

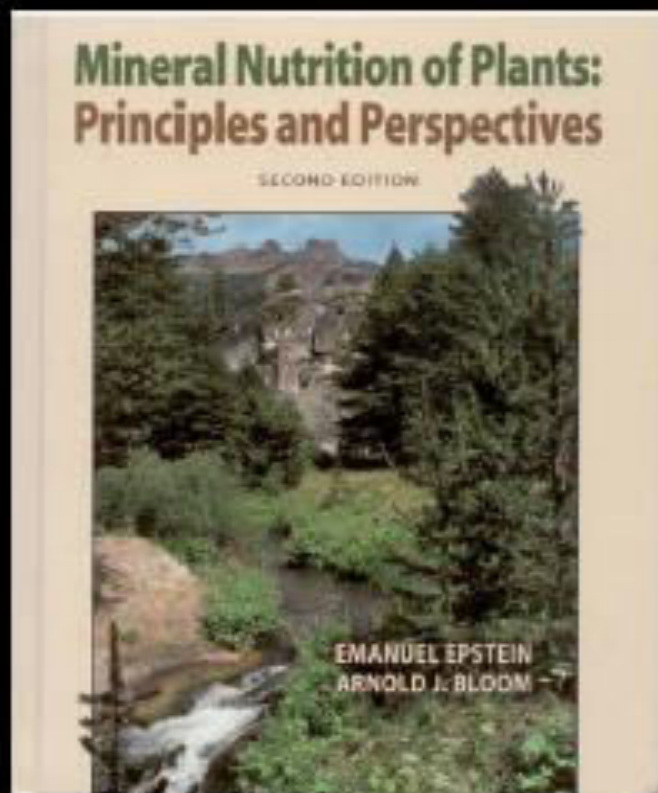
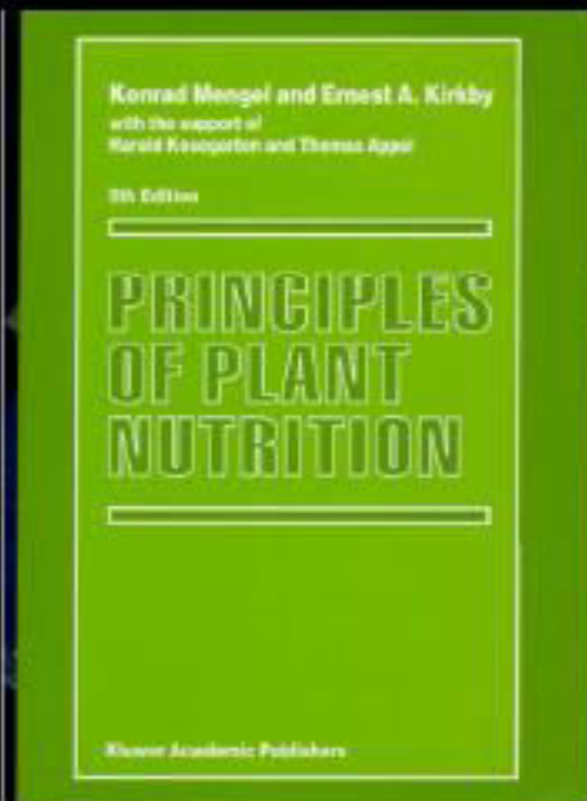
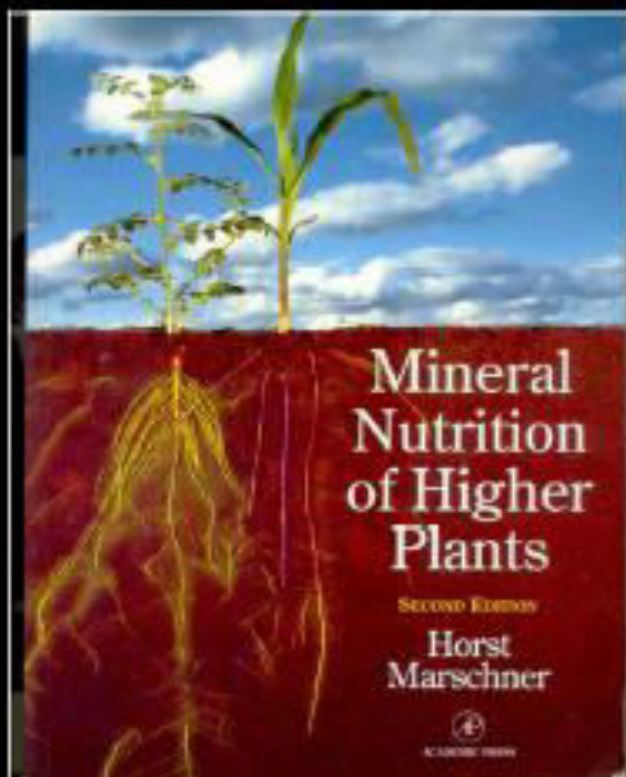


# NUTRISI TANAMAN

**Program Studi Agroekoteknologi**  
**Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang**

# References

- Marschner H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 889 pages
- Mengel K & Kirkby EA. **Principles of Plant Nutrition**. 849 pages
- Epstein E & Bloom AJ. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**. 400 pages
- 陆景陵 植物营养学
- 孙羲 植物营养与施肥；农业化学

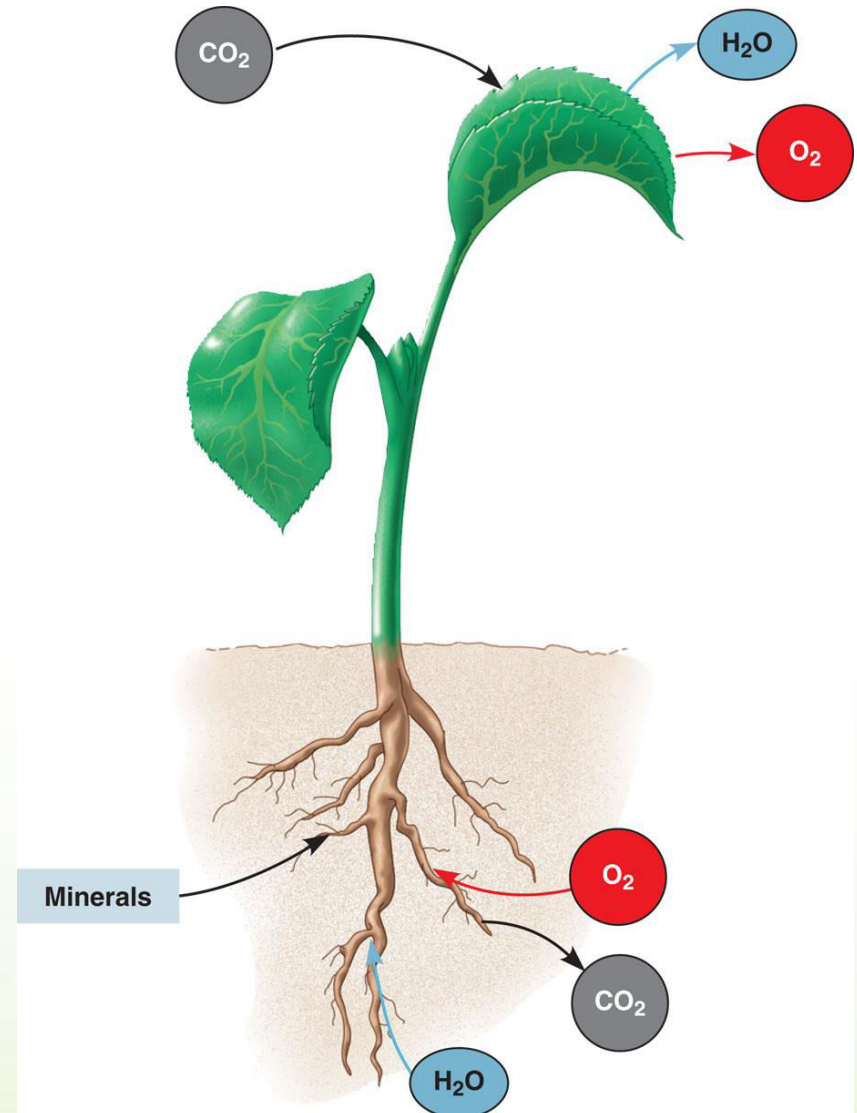


# MATERI 01

# PENDAHULUAN

## *Tim Nutrisi Tanaman*

**Program Studi Agroekoteknologi**  
**Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang**



# MATERI NUTRISI TANAMAN

- Pengertian Nutrisi
- Fungsi dan Penggolongannya
- Gerakan Hara ke Akar
- Penyerapan dan Pergerakan Hara dalam Tanaman
- Asimilasi N, C, S dan Metabolisme Hara-Hara Penting lainnya
- Hubungan Keadaan Nutrisi dan Pertumbuhan Tanaman
- Faktor Lingkungan yang Berpengaruh Khususnya Keadaan Stress Lingkungan.



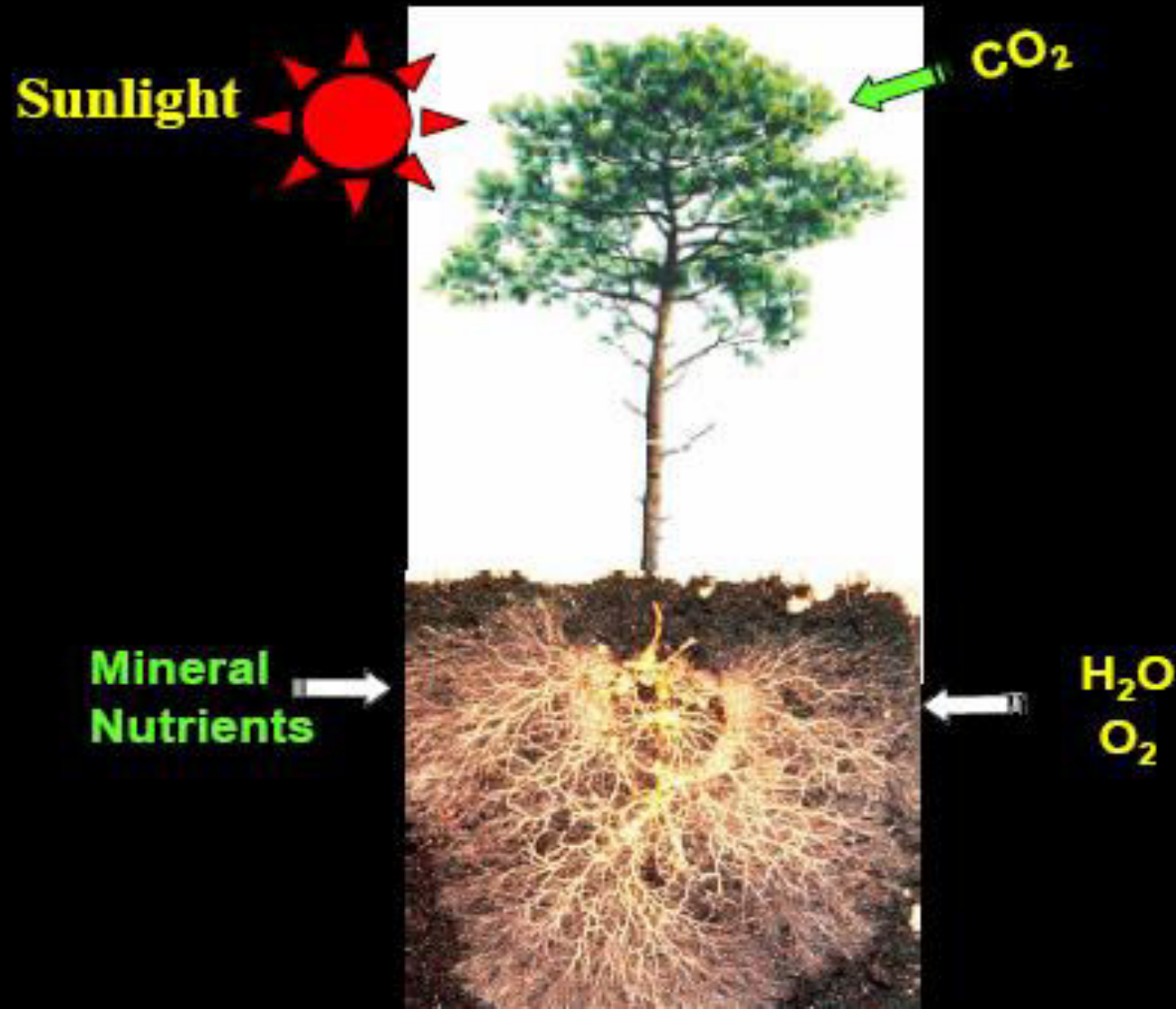
# Nutrisi Tanaman

- Ilmu yang mempelajari bagaimana tanaman mendapatkan, mendistribusikan, memetabolisme, dan menggunakan nutrisi mineral
- “Mineral”: unsur an-organik
- “Nutrisi”: suatu bahan yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup atau diperlukan untuk mensintesis senyawa organik

# Outlines

1. Why plant nutrition important?
2. Essential elements
3. Nutrient absorption
4. Functions and deficient symptoms
5. Fertilization for better growth

# The basic elements required for plant growth



# **1. Why is Plant Nutrition Important?**

## **3 main reasons**

1. To maximise productivity
2. To improve quality
3. To improve human nutrition

# 1.1 Maximising Productivity

## Wheat Yield (average 1994-1996)

Country	Yield (ton/ha)
U.K.	7.7
France	6.8
Egypt	5.4
Mexico	4.1
China	3.6
Poland	3.4
Ukraine	2.7
India	2.5
U.S.	2.5
Canada	2.3
Argentina	2.1
Pakistan	2
Australia	1.6
Russia	1.4
Kazakstan	0.6

### What limits plant productivity?

- Genetic make-up of plant
- Water
- Nutrient deficiency ←
- Nutrient toxicity ←
- Insufficient light
- Temperature (too low or too high)

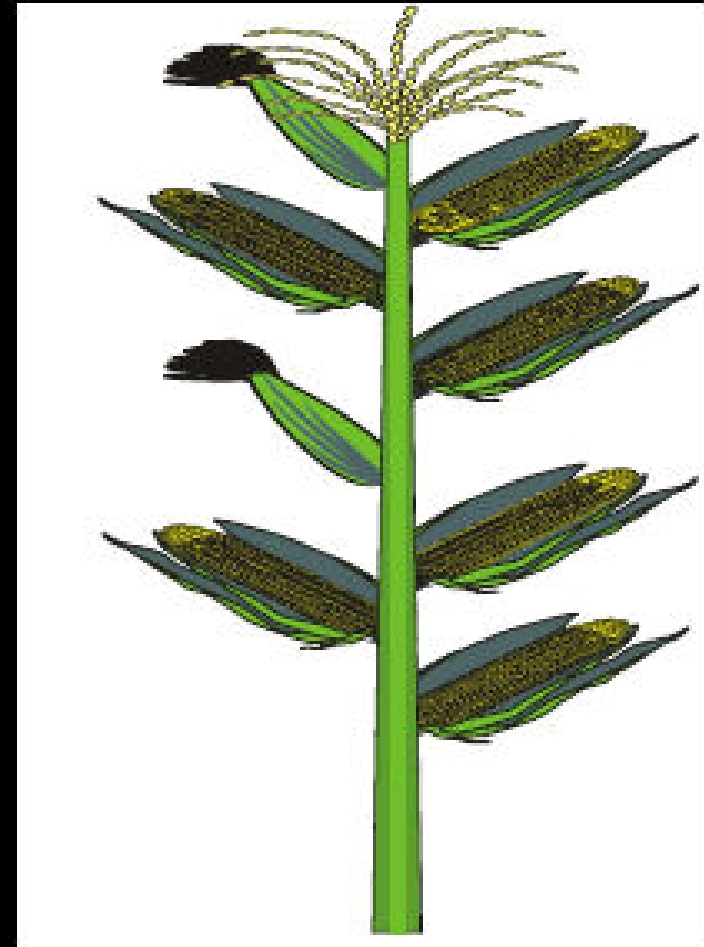


# Limitations to productivity

– genetic make-up

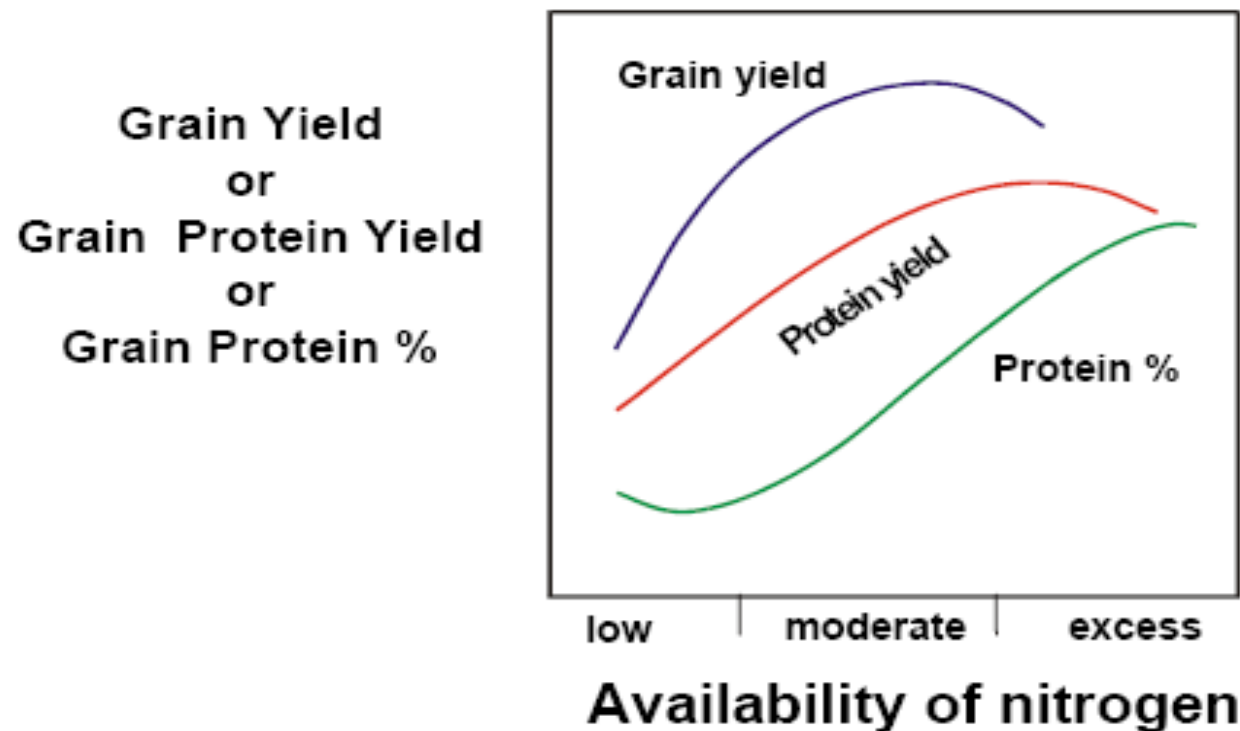


**reality**

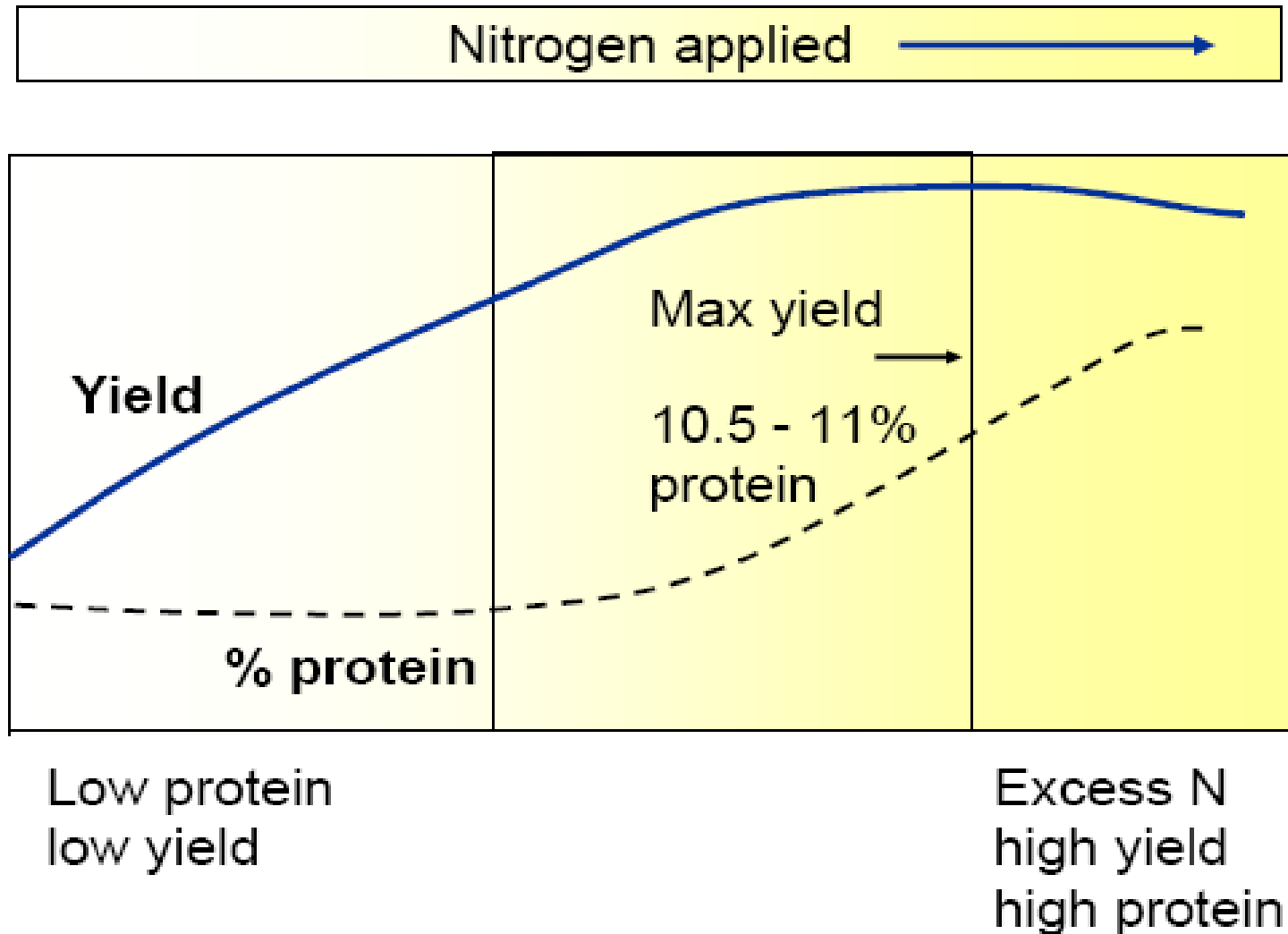


**Farmer's  
impression**

## Improving quality – increasing protein content of cereals through high N



## Wheat quality



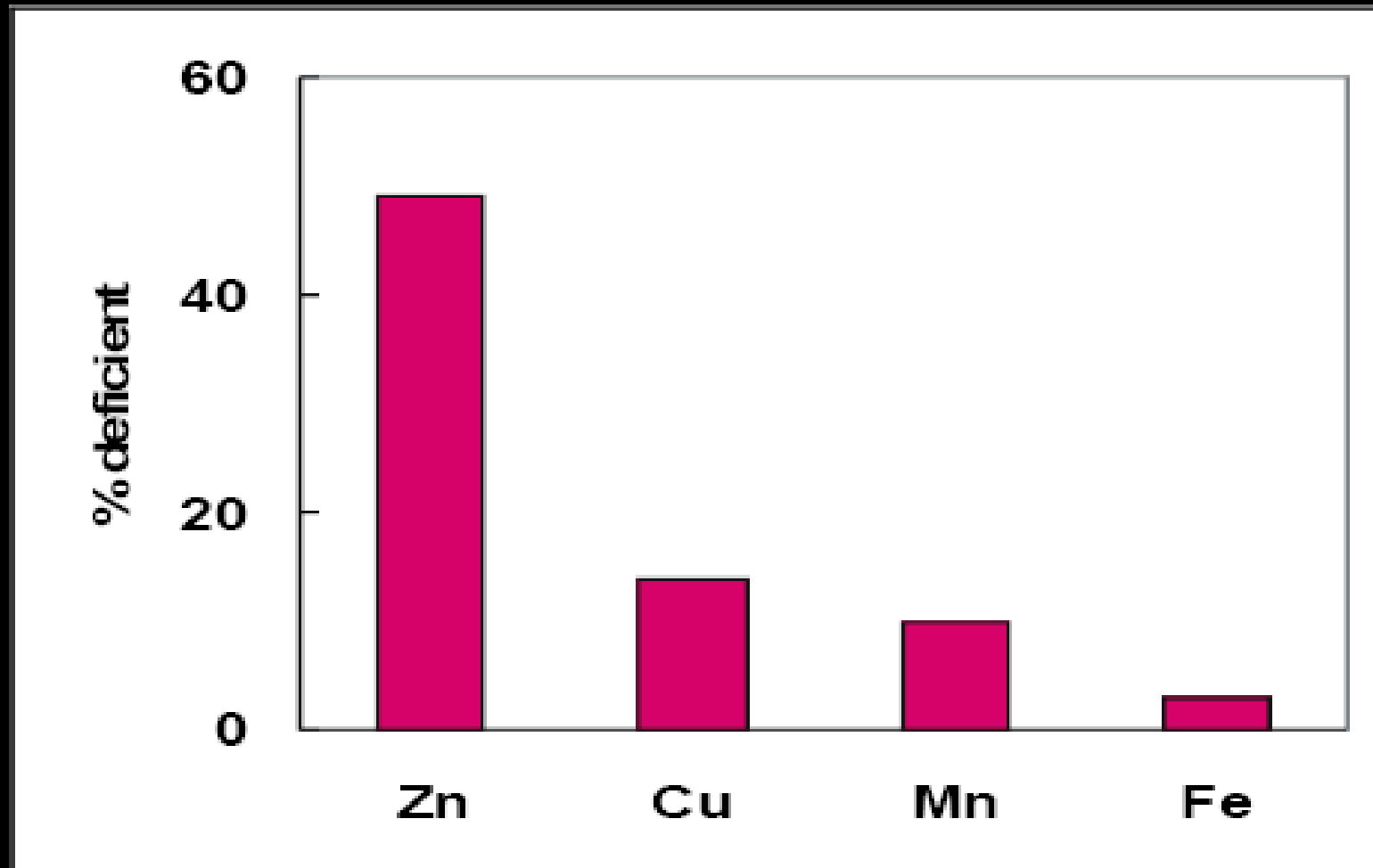
## 1.3 Improving Human Nutrition

Low nutrient concentrations in food can cause severe deficiencies in humans and farm animals.

Main micronutrient deficiencies worldwide

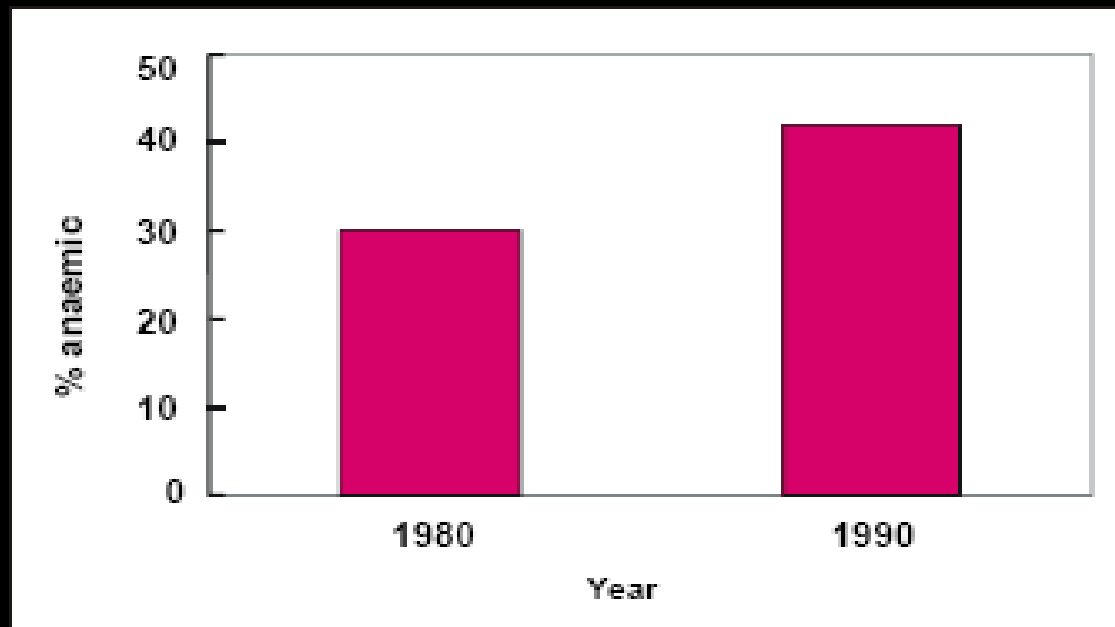
- Iron
- Zinc
- Iodine            - not essential for plants
- Selenium        - not essential for plants
- Vitamin A        - not essential for plants

# Micronutrient deficiency in 190 soils worldwide





# Global prevalence of iron deficiency anaemia



## Fe deficiency

- impairs learning and growth
- diminishes ability to fight infections
- maternal & foetal illness or death

**Macronutrients can also be deficient in foods**

## **Malnutrition**



Malformation in children due to insufficient Calcium in diets.

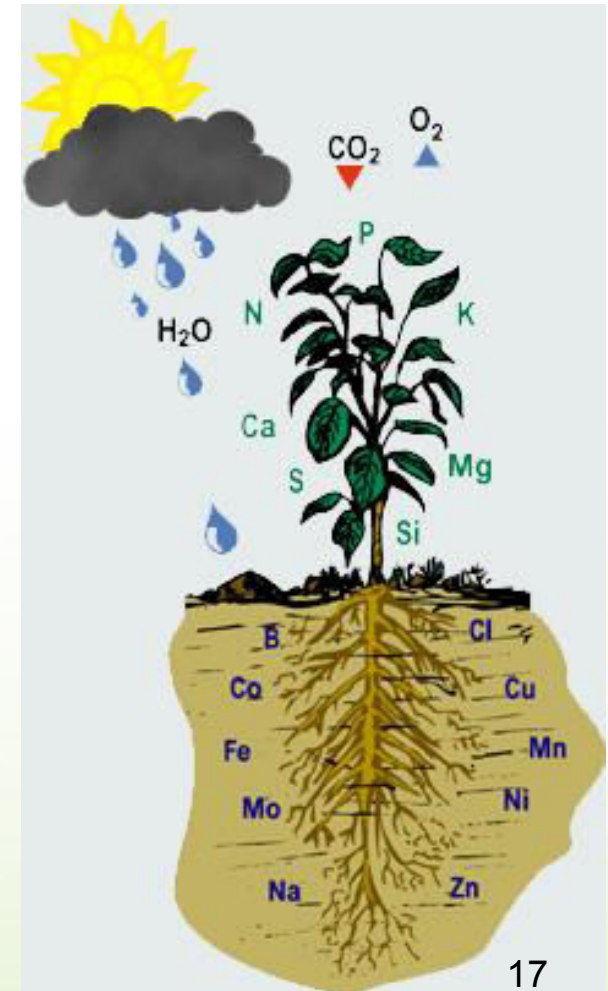
Grains – low in Ca

Vegetables – high in Ca

**“O” shape or “X” shape legs**

# Kebutuhan Nutrisi

- Autotropik atau Heterotropik?
  - Tanaman butuh...
    - matahari sebagai sumber energi
    - Senyawa inorganik sebagai bahan baku
      - air ( $\text{H}_2\text{O}$ )
      - $\text{CO}_2$
      - Mineral-mineral



# Autotrof vs Heterotrof

*Berdasarkan cara memperoleh makanannya organisme dapat dibagi menjadi autotrof dan heterotrof*

## Autotrof

- Organisme yang mampu menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai sumber utama C dan pengasimilasinya dalam fotosintesis disebut autotrof.
- Contohnya hampir semua tumbuhan tinggi, sebagian besar alga dan bakteri.

## Heterotrof

- Organisme yang kebutuhan makanannya memerlukan satu atau lebih senyawa C organik.
- Makanannya tergantung pada hasil sintesis organisme lain.

# TANAMAN



- Mampu membuat senyawa organik yang diperlukannya dari senyawa an-organik dan unsur-unsur yang didapat dari lingkungannya (autotrofik)
- Memerlukan suplai karbon, hidrogen, dan oksigen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ )
- Memperoleh unsur lain dari tanah (“soil miners”)<sub>19</sub>



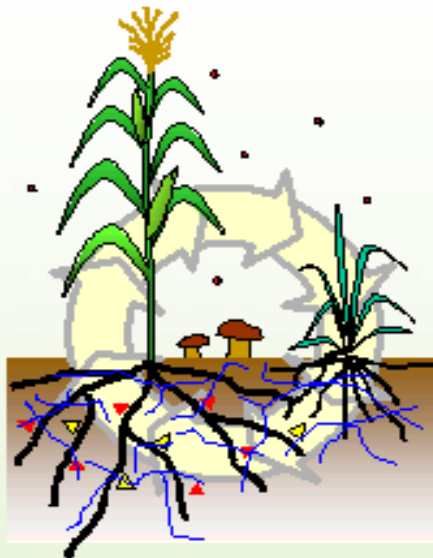
# Nutrisi Tanaman vs Pemupukan Tanaman

## Nutrisi Tanaman

- Ketersediaan dan tipe elemen-elemen kimia dalam tanaman

## Pemupukan Tanaman

- Penambahan nutrisi kedalam tanah/tanaman.



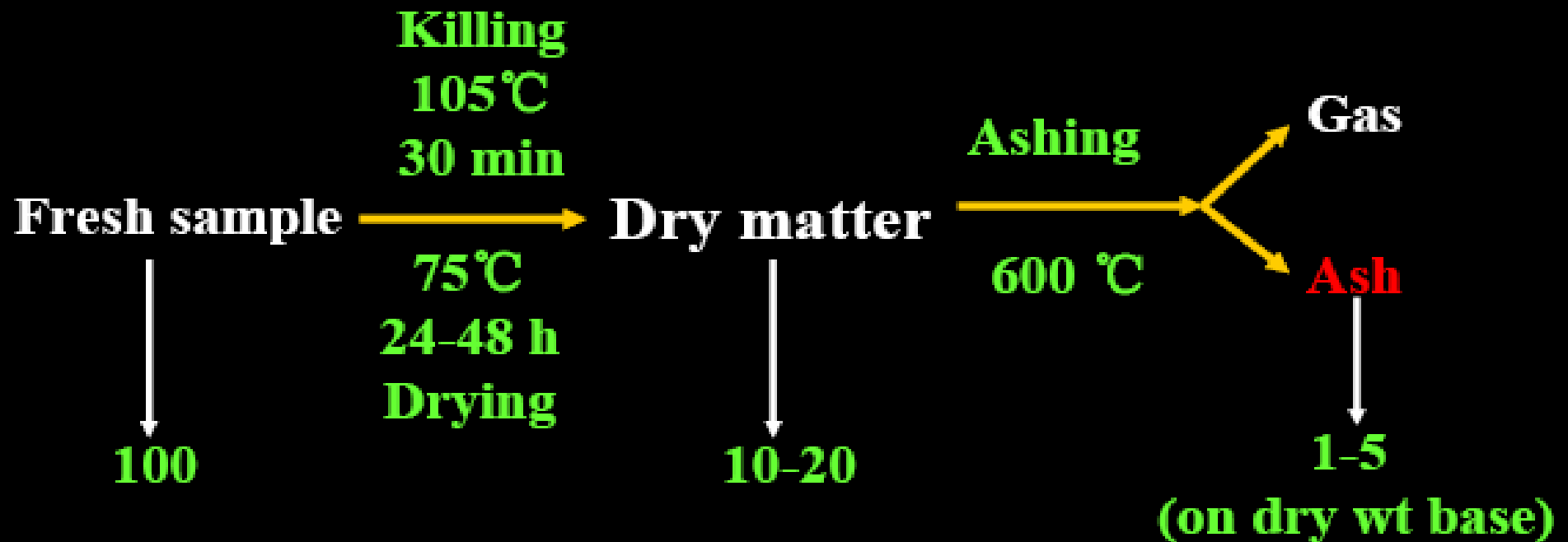
# Unsur Esensial

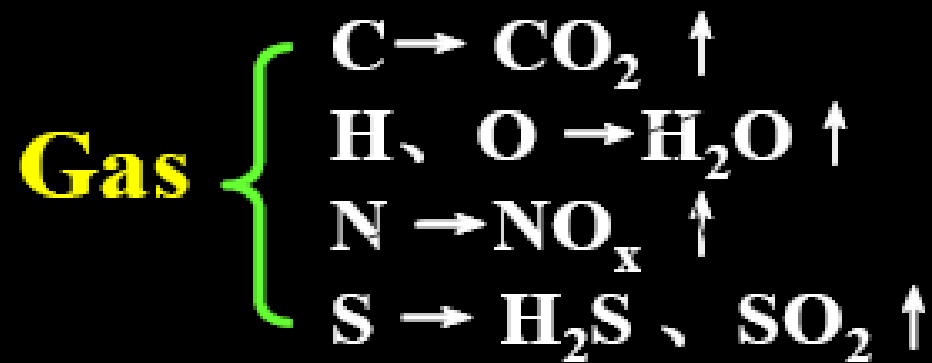
***Suatu unsur dikatakan esensial bila (Konsep esensialitas Arnon & Stout, 1939):***

- Jika tumbuhan tidak mampu menyempurnakan daur hidupnya (membentuk biji yang viabel) tanpa unsur tersebut
- Bila unsur tersebut menjadi bagian dari molekul atau kandungan tumbuhan yang esensial bagi tumbuhan itu (nitrogen dalam protein dan Mg dalam klorofil)
- Peran unsur tsb tidak dapat digantikan oleh unsur lain.

## 2 Essential elements for plant

### 2.1 Elements in plant





**Ash** { A little N  
Most S  
All metal and non-volatile elements:  
more than 60 kinds

## **Some general characteristics**

- **Different in different plant species or cultivars.  
hydrophytes < 1%, halophytes > 5%**
- **Leaf > other parts**
- **Older parts > younger parts.**
- **Xylem is lowest part for mineral element contents.**



## **2.2 Plant essential elements and its identification**

- 1. Criteria for plant essential elements**
- 2. Methods for identifying plant essential elements**
- 3. Kinds of plant essential elements**

# Criteria for plant essential elements

The elements, in brief, is necessary for plants to grow and develop.

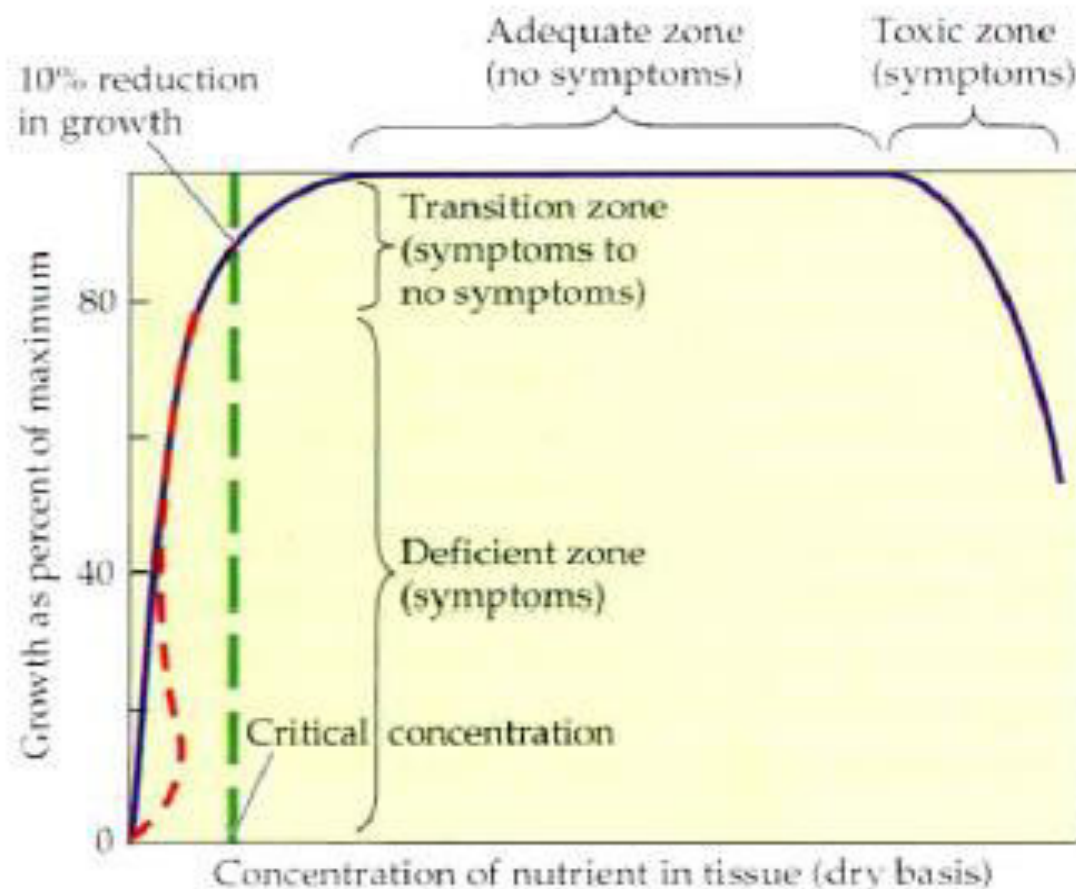
## Three criteria (Arnon and Stout, 1939):

1. A deficiency of the element makes it impossible for the plant to complete a normal life cycle. 不可缺失性
2. The deficiency is specific for the element in question. 不可替代性
3. The element is directly involved in the nutrition of the plant, for example, as a constituent of an essential metabolite or required for the function of an enzyme system. 直接性

## **Two criteria (by Epstein, 2005):**

- The element is part of a molecule that is an intrinsic component of the structure or metabolism of a plant.
- The plant can be so severely deprived of the element that it exhibits abnormalities in its growth, development, or reproduction-that is, its “performance”-in comparison with plants not so deprived.

**How to test? →**



**Figure 3.1 Generalized Plot of Plant Growth in Response to Changes in the Concentration of a Nutrient in Its Tissues** All growth ceases at low concentrations. Growth increases markedly as concentrations rise. In some cases (dashed red line), nutrient concentrations become diluted through this rapid growth (Steenbjerg effect). At a certain critical concentration the plant attains 90% of maximal growth. Growth continues at the maximum over a range of concentrations until the nutrient reaches a toxic concentration.

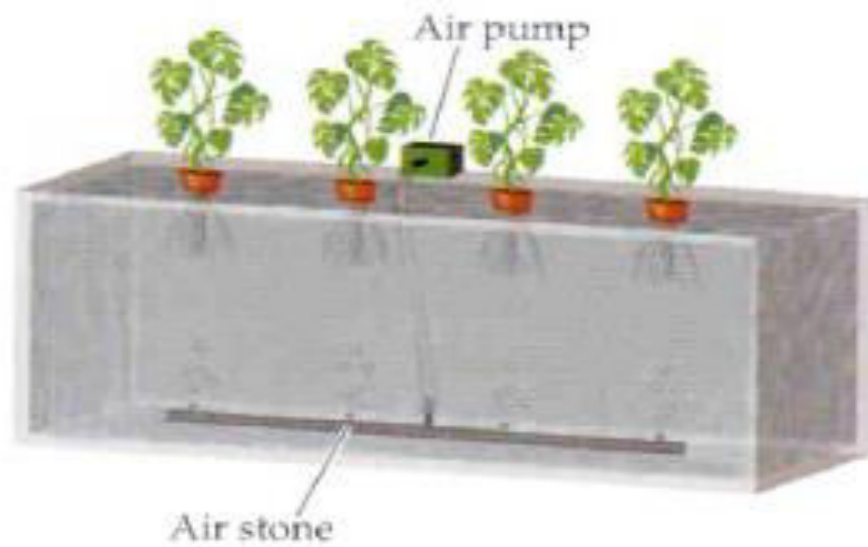
## **Methods for identifying plant essential elements**

- **Water (solution ) culture or hydroponics**  
(溶液培养法——水培法)
- **Sand culture (砂培法)**

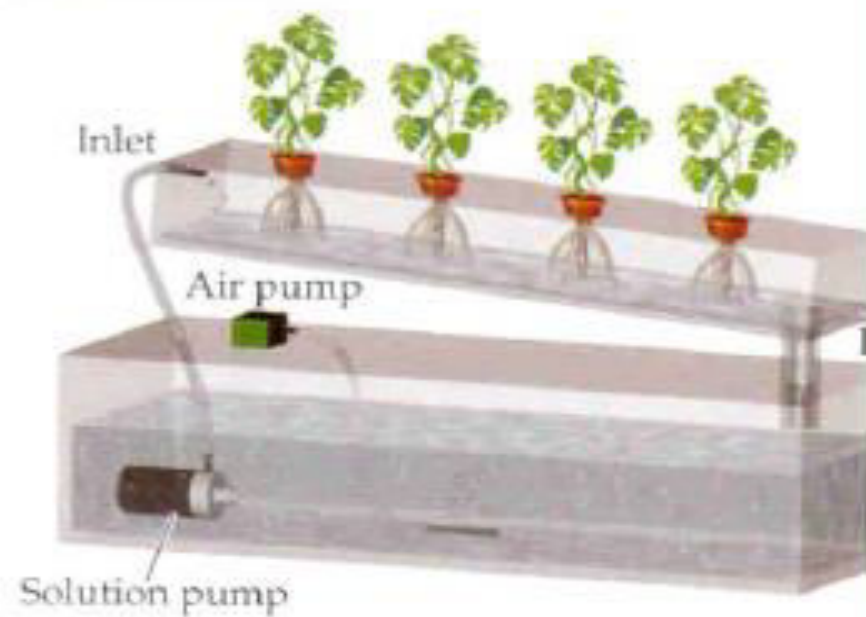


**Solution culture & sand culture**

(A) Hydroponics



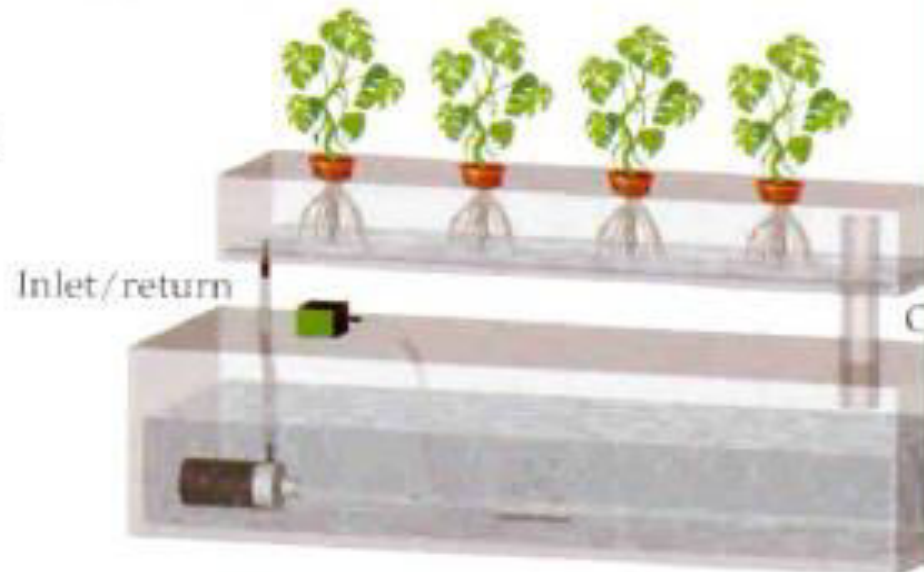
(B) Nutrient film



(C) Aeroponics



(D) Ebb-and-flow



**Be careful:**

1. Choosing optimum cultural solution;
2. Renewing cultural solution and adjusting pH in time ;
3. Airing;
4. Keeping root in darkness
5. Considering the nutrient contained in seeds

**Theory:** Study for function of the elements and mechanism of its absorption.

**Application:** production for vegetable, flower and food in greenhouse, desert etc.



# Kinds of plant essential elements

## Macronutrients (Macroelements)

The elements are in large quantity required by plants and are higher contents ( $>0.1\%$ ) in plant body, including:

**C**—Carbon

**O**—Oxygen

**P**—Phosphorous

**Ca**—Calcium

**S**—Sulphur.

**H**—Hydrogen

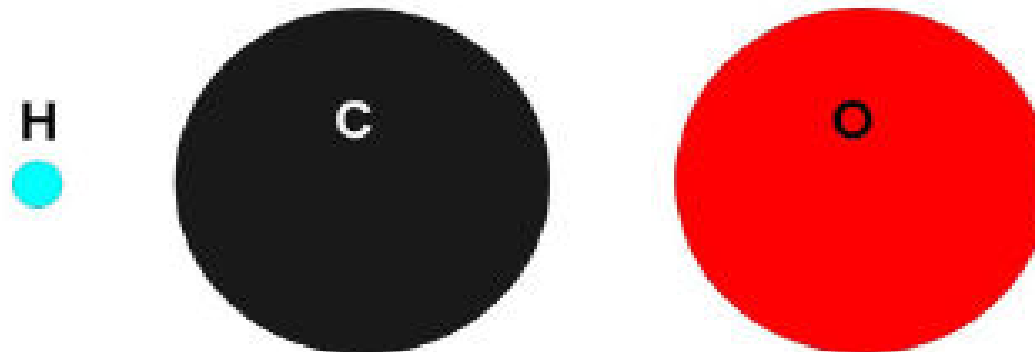
**N**—Nitrogen

**K**—Potassium

**Mg**—Magnesium

# Relative amounts of essential elements in plant tissues

## MAJOR ELEMENTS (obtained from water and carbon dioxide)



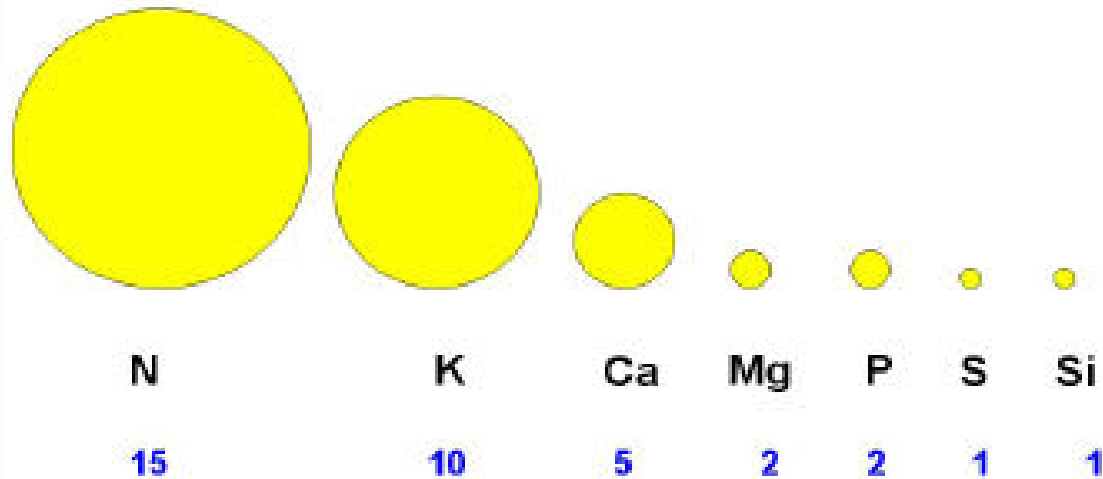
## MINERAL NUTRIENTS

N K Ca Mg P S Si      Cl Fe B Mn Na Zn Cu Ni Mo

## MINERAL NUTRIENTS

(mainly obtained from soil)

### Macronutrients



g/kg DW

### Micronutrients

Cl	Fe	B	Mn	Na	Zn	Cu	Ni	Mo
100	100	20	50	10	20	6	0.1	0.1

mg/kg DW

# Klasifikasi Unsur Hara

1. Berdasar jumlah yang diperlukan atau terdapat dalam jaringan tanaman
2. Berdasar perannya dalam kegiatan metabolik/fungsi biokimianya
4. Berdasar pada mobilitasnya dalam tanaman

## **Micronutrients(Microelements)**

**The elements are in small quantity required by plants and are lower contents (<0.01%) in plant body, including:**

**Fe**—Iron

**Cu**—Copper

**Mn**—Manganese

**Mo**—Molybdenum

**B**—Boron

**Cl**—Chlorine

**Zn**—Zinc

**Ni**—Nickel

# Konsentrasi Unsur Esensial Dalam Jaringan Tanaman (ppm)

HARA MIKRO ( $\leq 100$ ppm) ppm = mg/kg		
UNSUR	Bentuk tersedia	[..] dlm jaringan kering
Molibdenum (Mo)	$\text{MoO}_4=$	0,1
Tembaga (Cu)	$\text{Cu}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$	6
Seng (Zn)	$\text{Zn}^{2+}$	20
Mangan (Mn)	$\text{Mn}^{2+}$	50
Boron (B)	$\text{H}_3\text{BO}_3$	20
Besi (Fe)	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$	100
Klor (Cl)	$\text{Cl}^-$	100

<u>element</u>	<u>corn</u>	<u>humans</u>
O	44.43	14.62
C	43.57	55.99
H	6.24	7.46
N	1.46	9.33
Si	1.17	0.005
K	0.92	1.09
Ca	0.23	4.67
P	0.20	3.11
Mg	0.18	0.16
S	0.17	0.78
Cl	0.14	0.47
Al	0.11	-
Fe	0.08	0.012
Mn	0.04	-
Na	-	0.47
Zn	-	0.010
Rb	-	0.005

## **nutrients according to biochemical function**

- **Group 1: N and S**  
**nutrients that form the organic compounds of plants**
- **Group 2: P, B, and Si**  
**nutrients that are important in energy storage or structural integrity**
- **Group 3: K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl**  
**nutrients that remain in ionic form**
- **Group 4: Fe, Cu, Zn, Mo, Ni**  
**nutrients that are involved in electron transfers**



# Fungsi Biokimiawi Unsur Hara

**Sumber: Mengel & Kirkby (1987)**

## Unsur mineral

## Fungsi

**Grup 1**    **Nutrisi yang menjadi bagian senyawa karbon**

**N**            **Penyusun asam amino, amida, protein, asam nukleat, nukleotida, ko-enzim, heksoamine dll**

**S**            **Penyusun sistem, sistin, metionin, dan protein. Komponen asam lipoik, ko-enzim A, tiamin pirofosfat, glutation, biotin, adenosin-5"-fosfo-sulfat, dan 3-fosfoadenosine**

**Grup 2**    **Nutrisi yang penting sbg penyimpan energi dan kesatuan struktur**

**P**            **Komponen gula fosfat, asam nukleat, nukleotida, ko-enzim, fosfolipid, asam fitat dsb. Memiliki peran kunci dalam reaksi yang melibatkan ATP**

**Si**           **Terdeposisi sebagai amorphous silika dalam dinding sel. Berperan sebagai penguat mekanis dinding sel, termasuk kekuatan dan kelenturan**

**B**            **Membentuk kompleks dengan manitol, manan, asam polimanuronat, dan senyawa lain penyusun dinding sel, berperan dalam pemanjangan sel dan metabolisme asam nukleat**

# Fungsi Biokimiawi Unsur Hara

## Unsur mineral      Fungsi

### Grup 3   Nutrisi yang tetap berada dalam bentuk ion

- |    |   |
|----|---|
| K  | Sebagai ko-faktor lebih dari 40 enzim. Kation utama dalam memelihara turgor sel dan menjaga netralitas-muatan ionik dalam sel. Juga berperan dalam pembukaan stomata.                     |
| Ca | Komponen lamela tengah dari dinding sel. Sebagai kofaktor beberapa enzim yang terkait dengan hidrolisis ATP dan fosfolipid. Bertindak sebagai second messenger dalam pengaturan metabolik |
| Mg | Bagian dari molekul klorofil. Diperlukan oleh berbagai enzim terkait dengan transfer fosfat.  |
| Cl | Diperlukan dalam reaksi terang fotosintesis (fotolisis)   |
| Mn | Aktivitas enzim dehidrogenase, dekarboksilase, kinase, oksidase, dan peroksidase. Berperan serta dalam enzim yang diaktivasi kation dan fotolisis   |
| Na | Berperan dalam regenerasi fosfoenolpiruvat pada tanaman C4 dan CAM. Kadang dapat menjadi pengganti potasium (K).  |

# Fungsi Biokimiawi Unsur Hara

## Unsur Mineral

## Fungsi

Grup 4 Hara yang terkait dengan reaksi reduksi-oksidasi (redoks)

**Fe** Menjadi bagian sitokrom dan nonheme Fe protein terkait dengan fotosintesis, fiksasi gas N<sub>2</sub>, dan respirasi

**Zn** Bagian enzim alkohol dehidrogenase, glutamat dehidrogenase, karbonik anhidrase dll

**Cu** Bagian dari asam askorbat oksidase, tirosinase, monoamin oksidase, uricase, sitokrom oksidase, fenolase, laccase, dan plastosianin

**Ni** Menjadi bagian urease. Pada bakteri penambat N<sub>2</sub>, menjadi bagian dari hidrogenase

**Mo** Bagian enzim nitrogenase, nitrat reduktase, xanthine dehidrogenase

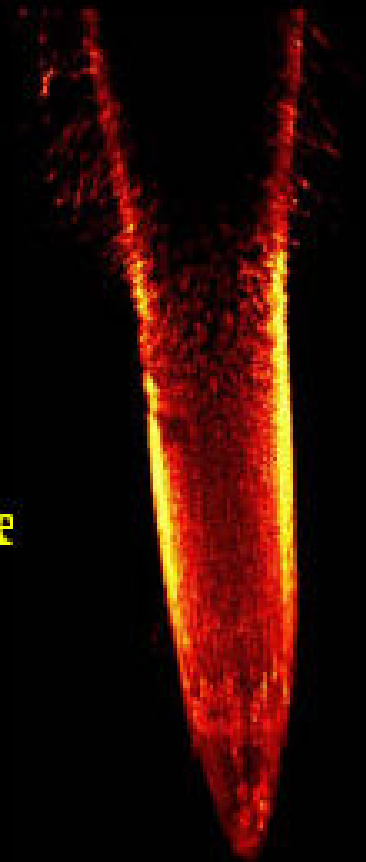
# 3. Nutrient absorption

## Sites for nutrient absorption

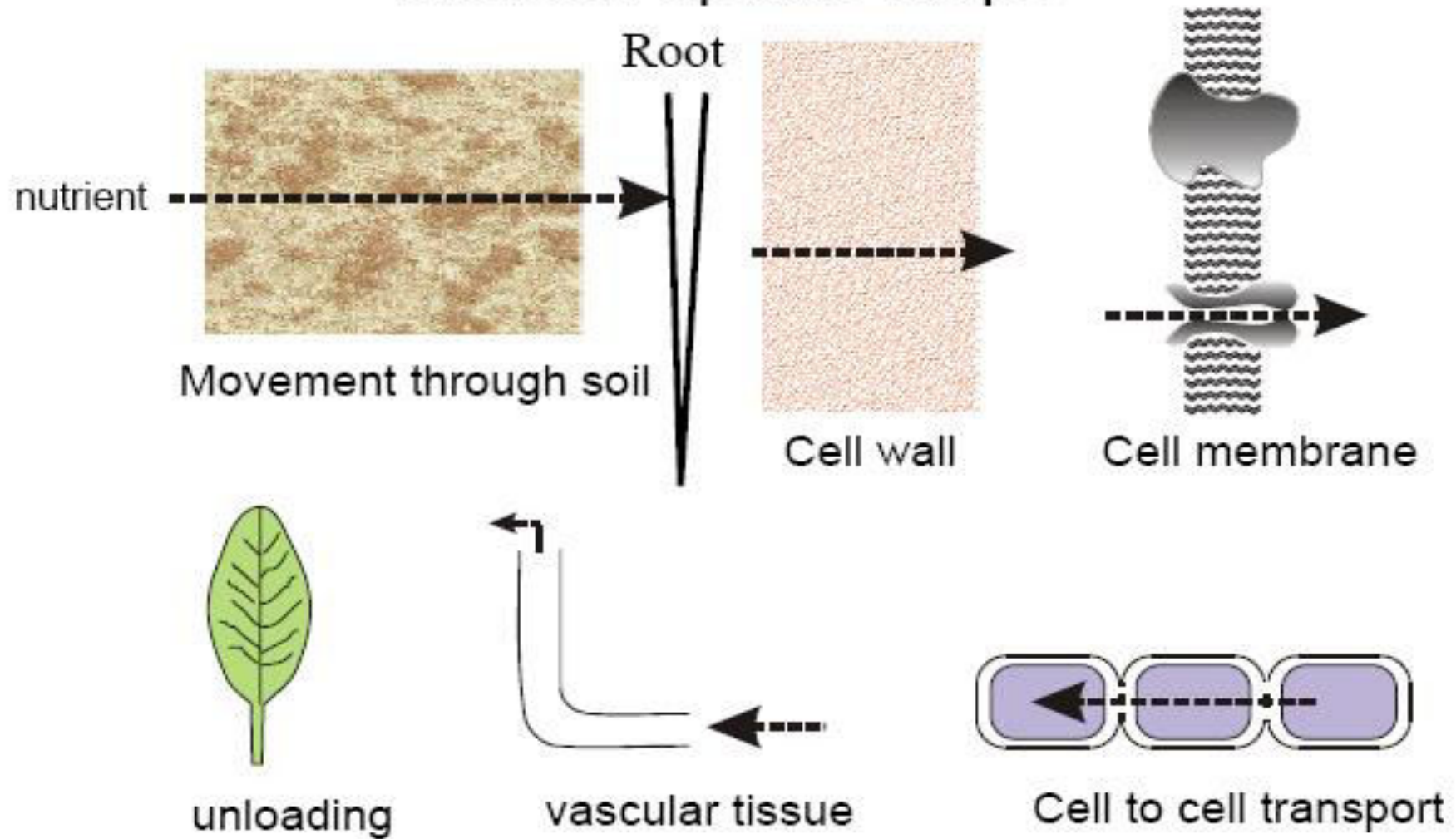
★ **Roots**

**Division and  
elongation zone**

**Leaves**



## Nutrient uptake steps



- The concept of rhizosphere
- Movement of nutrients to root surface
- Pass the membrane
  - Passive transport
  - Active transport
- Transport pathways
- Leaf uptake
- Factors affecting nutrient uptake



## Plants obtain mineral nutrients from soil



**Black Soil**

Soil varies in

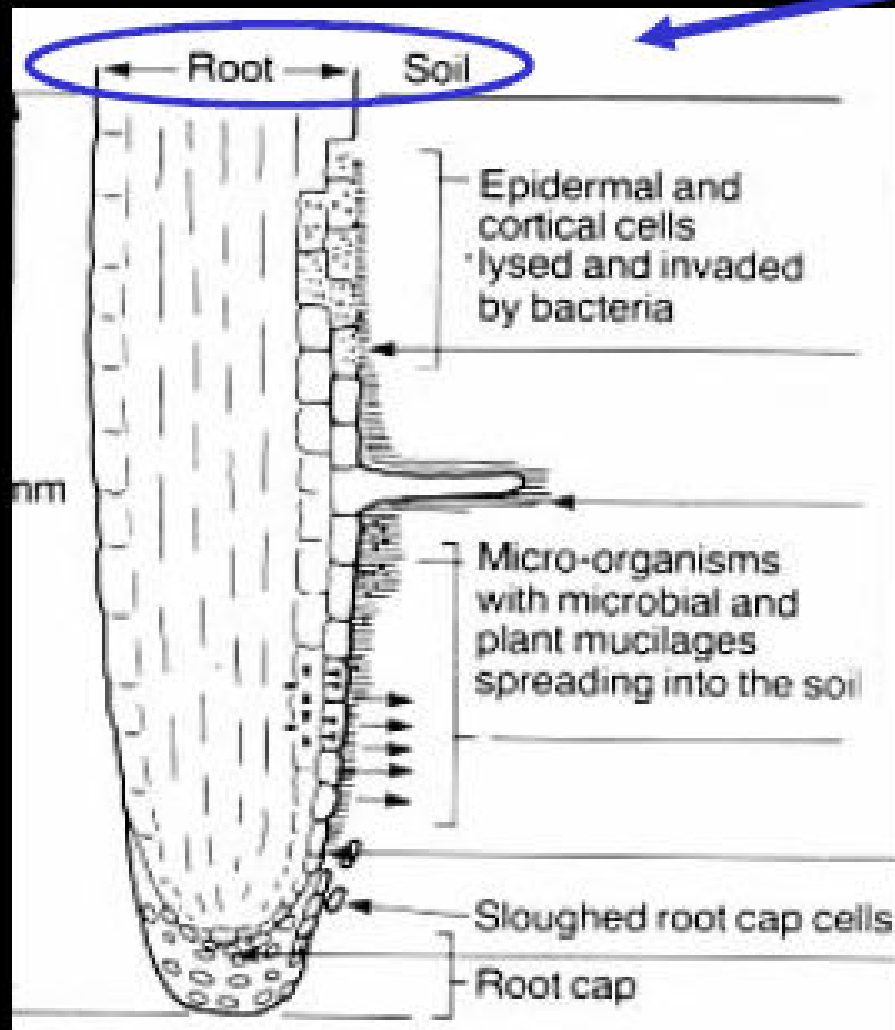
- pH
- structure
- nutrient composition
- moisture content
- microbial activity



**Red Soil**

## 3.1 The rhizosphere

Width not to scale



- Layer of soil surrounding the growing root that is affected by the root
- Usually a few mm wide, up to say 1 cm (no sharp boundary)\*
- Extent depends on plant properties; e.g.
  - Root hair length & density
  - Rhizodeposition (exudates etc)
  - Nutrient uptake versus supply

\* 'Mycorrhizospheres' can extend many cm



## The rhizosphere: some conventions



Root

here  
m

But  
gradients (no sharp boundaries)

of

## The rhizosphere: some conventions



Root

here  
m

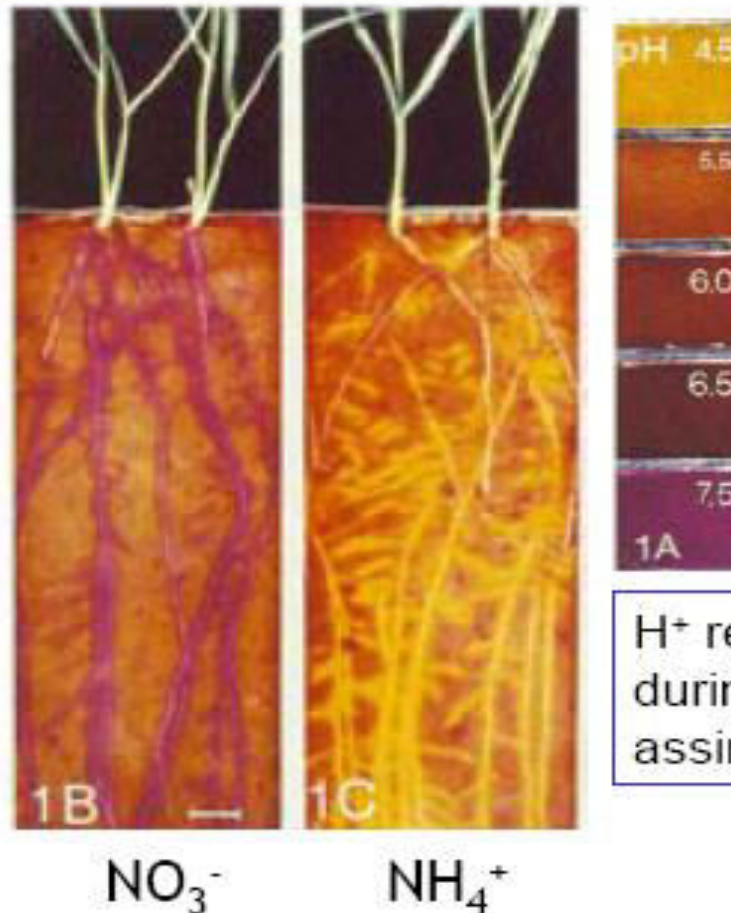
But  
gradients (no sharp boundaries)

of

## Effect of N form on the rhizosphere pH of barley

200 kg N/ha

H<sup>+</sup> uptake (or  
OH<sup>-</sup> release)  
during NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
assimilation



H<sup>+</sup> release  
during NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
assimilation

Römheld 1986



## **Mobility of nutrients in the plant**

### **Mobile**

**Nitrogen**

**Potassium**

**Magnesium**

**Phosphorus**

**Chlorine**

**Sodium**

**Zinc**

**Molybdenum**

### **Immobile**

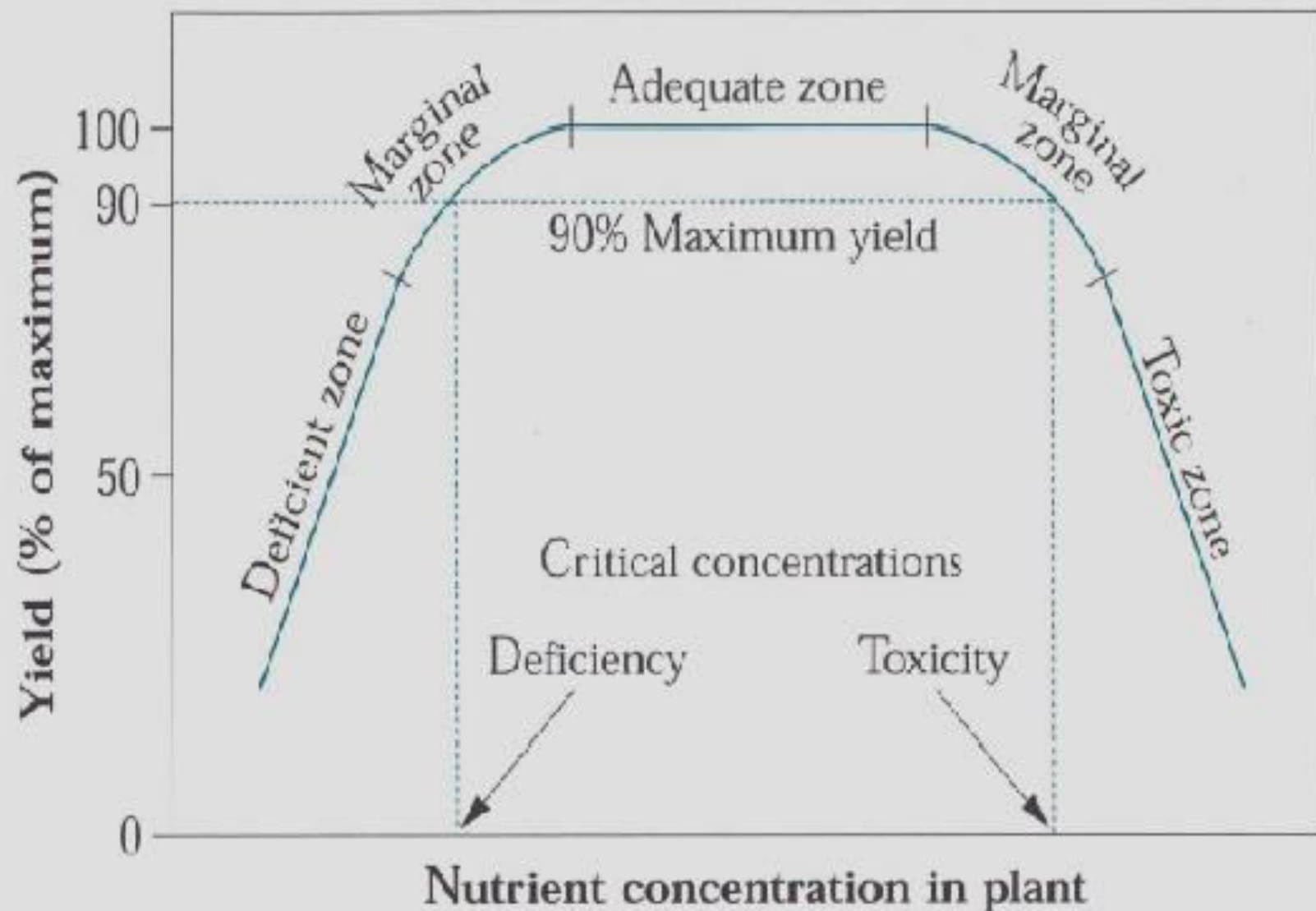
**Calcium**

**Suphur**

**Iron**

**Boron**

**Copper**



# Diagnosis Visual Gejala Defisiensi

## DAUN TUA & MATANG

### 1. Klorosis:

- Seragam: N (S)
- Pada jaringan pembuluh atau bercak-bercak: Mg (Mn)

### 2. Nekrosis:

- Pucuk: K
- Sepanjang jaringan pembuluh: Mg (Mn)

# Diagnosis Visual Gejala Defisiensi

## DAUN MUDA & PUCUK (apeks)

### 1. Klorosis:

- Seragam: Fe (S)
- Pada jar pembuluh atau bercak-bercak: Zn (Mn)

### 2. Nekrosis: Ca, B, Cu

### 3. Deformasi: Mo (Zn, B)

# Diagnosis Visual Gejala Toksisitas

## DAUN TUA & MATANG

### 1. Nekrosis:

- Bercak-bercak Mn (B)
- Pucuk, garis memanjang B atau adanya kadar garam yang tinggi akibat penyemprotan pupuk daun

### 2. Klorosis tidak spesifik



# Leaf Appearance Test





# **UNSUR HARA PENYUSUN TANAMAN**

# Unsur Hara Penyusun Tanaman

Untuk Pertumbuhan & Perkembangan, Tanaman memerlukan 16 unsur :

1. Karbon (C)
2. Hidrogen (H)
3. Oksigen (O)
4. Nitrogen (N)
5. Fosfor (P)
6. Kalium/Potasium (K)
7. Calsium (Ca)
8. Magnesium (Mg)
9. Sulfur (S)
10. Clor (Cl)
11. Boron (B)
12. Cuprum/Tembaga (Cu)
13. Mangan (Mn)
14. Ferum/Besi (Fe)
15. Zinkum/Seng (Zn)
16. Molibdenum (Mo)

## UNSUR HARA ESSENSIAL TAN:

Unsur yg dibutuhkan tan secara fisiologis dan

aktif dlm metabolisme tan

→ Kalau tdk ada tan akan mati



## UNSUR NON ESSENSIAL:

Unsur yg dibutuhkan tan secara biologis dan

berfungs sbg pendukung pertumb tan

→ Kalau tdk ada tan masih bs hidup



## UNSUR FUNGSIONAL:

Unsur secara metabolis berfungsi secara fisiologis

UH Essensial → 16 unsur

(3 unsur: C, H, O

disuplai dr air dan udara)

13 Unsur lain → UH tan

- UH makro  
(N,P,K,Ca,Mg,S)
- UH mikro  
(Fe,Zn,Mn,Cu,B,Cl,Mo)

UH makro → tdp dlm tan  $\geq 500 \mu\text{g/BK tan}$

UH mikro → tdp dlm tan  $\leq 100 \mu\text{g/BK tan}$

# Nutrient Composition of Plants





# Relative amounts of essential elements in plant tissues

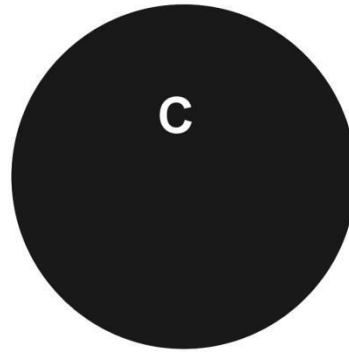
## MAJOR ELEMENTS

( obtained from water and carbon dioxide)

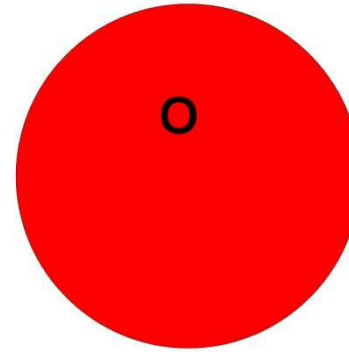
H



C



O



## MINERAL NUTRIENTS

N K Ca Mg P S Si

Cl Fe B Mn Na Zn Cu Ni Mo

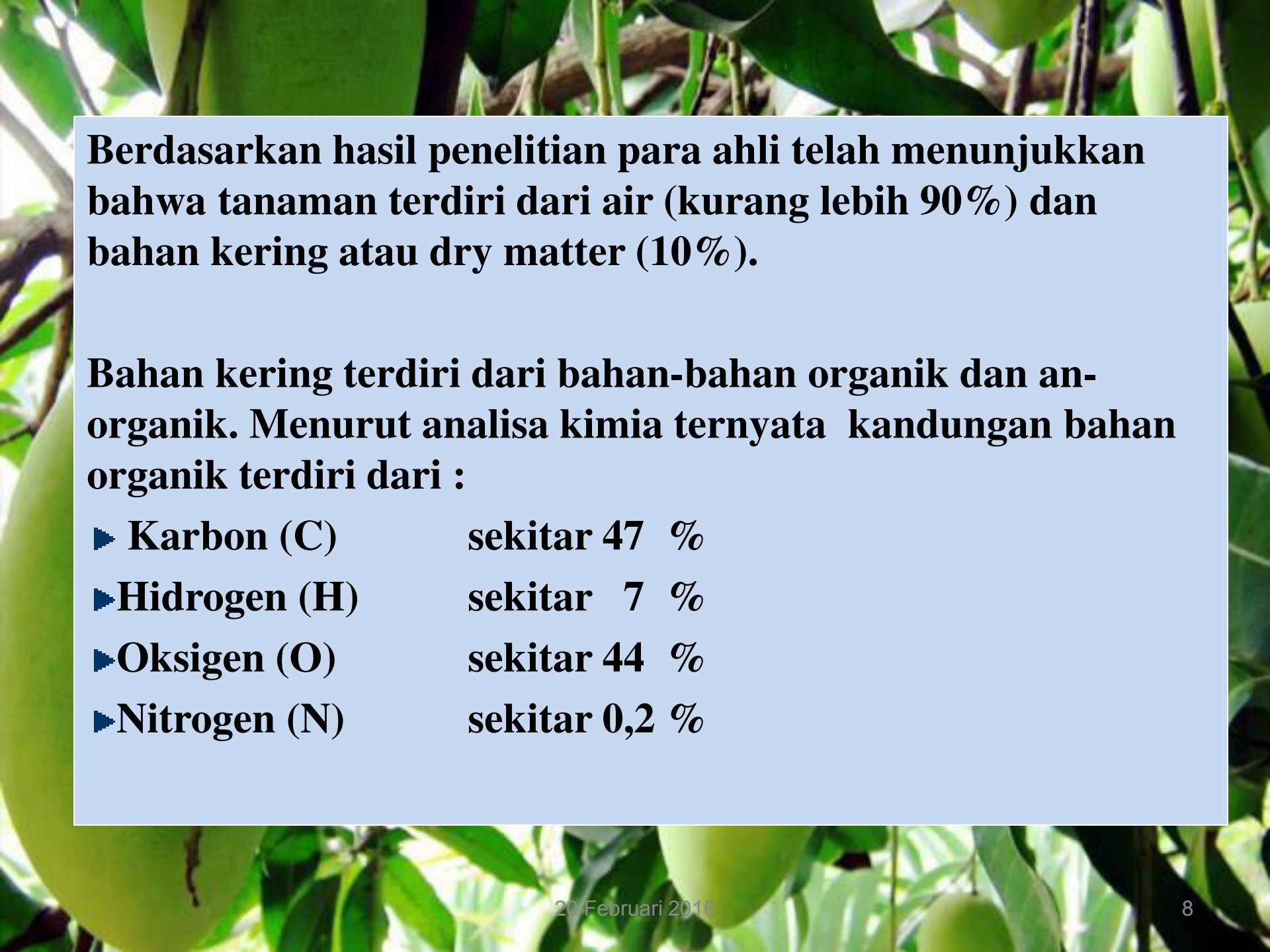
UH makro: B. Mineral & BO (P,S)  
                  { Bahan mineral (Ca, Mg, K)  
                  BO (N)

Rata-rata Komposisi hara sbgn besar tan

UH	N	K	Ca	Cl	Na	Mg	S	P
%	1,52	1,47	0,77	0,73	0,37	0,30	0,26	0,22

Na & Cl > bbrp UH makro, namun Na bukan mrp UH Ess bagi tan, sdgkan Cl sbg UH mikro. Tan juga mgd Si & Al, ttp tdk tergolong Ess





**Berdasarkan hasil penelitian para ahli telah menunjukkan bahwa tanaman terdiri dari air (kurang lebih 90%) dan bahan kering atau dry matter (10%).**

**Bahan kering terdiri dari bahan-bahan organik dan an-organik. Menurut analisa kimia ternyata kandungan bahan organik terdiri dari :**

- ▶ Karbon (C)                      sekitar 47 %**
- ▶ Hidrogen (H)                  sekitar 7 %**
- ▶ Oksigen (O)                   sekitar 44 %**
- ▶ Nitrogen (N)                  sekitar 0,2 %**

# Sumber Unsur Hara

- Udara → C dlm btk gas  $\text{CO}_2$   
O dlm btk gas  $\text{O}_2$   
H dlm btk gas  $\text{H}_2\text{O}$

- Air → O dlm btk gas  $\text{O}_2$   
H dlm btk gas  $\text{H}_2\text{O}$

- Tanah

a. U.H primer → N, P, K

b. U.H skunder → Ca, Mg, S

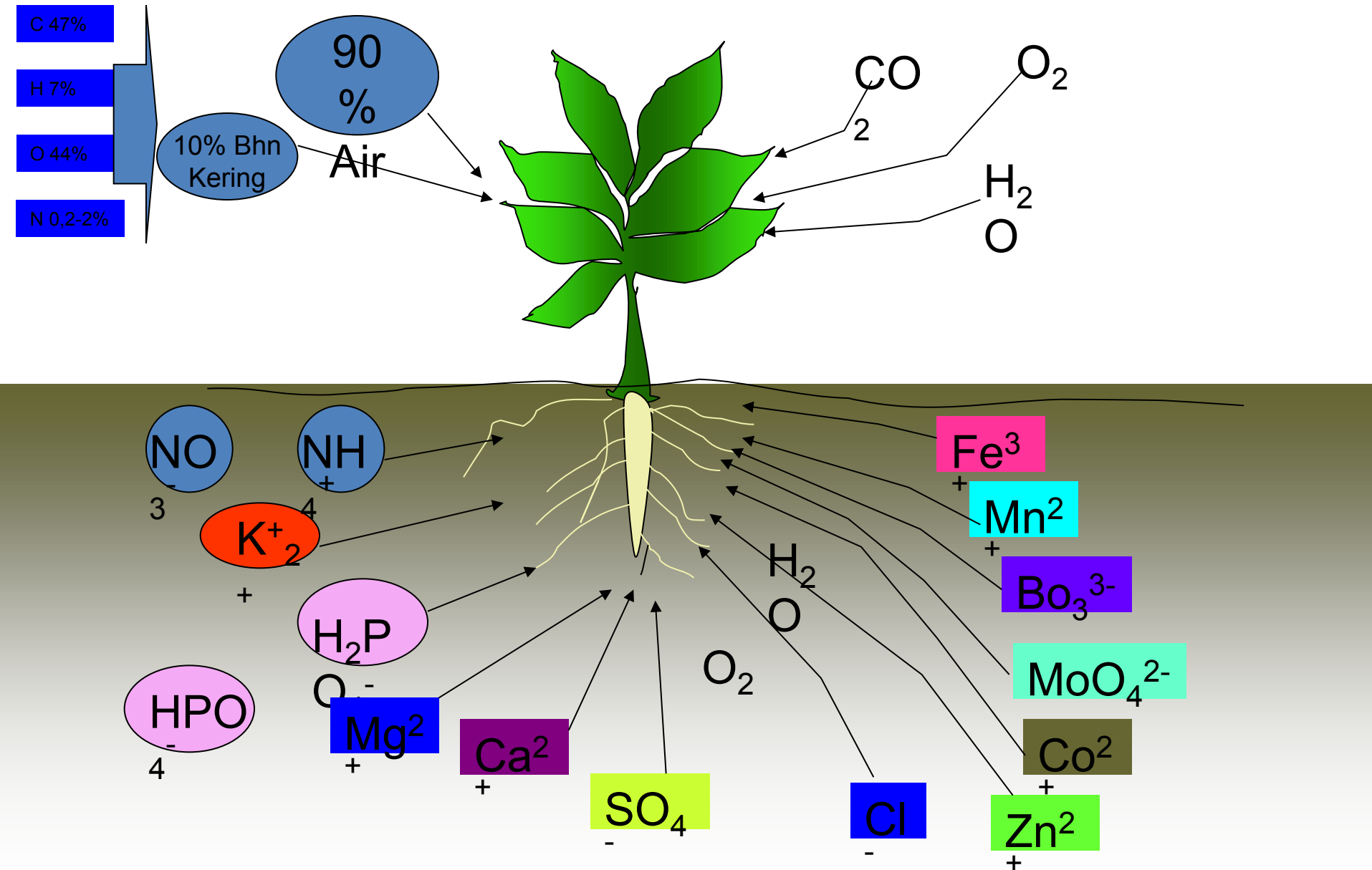
c. U.H mikro → Cl, B, Cu, Mn,  
Fe, Zn, Mo

} U.H Makro

# Bentuk penyerapan unsur hara dari dalam tanah oleh tanaman

Unsur Hara Essensial	Anion	Kation
Unsur Hara Makro		
N	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$
P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	
K		$\text{K}_2^{++}$
Ca		$\text{Ca}^{2+}$
Mg		$\text{Mg}^{2+}$
S	$\text{SO}_4^-$	
Unsur Hara Mikro		
Fe		$\text{Fe}^{3+}$
Mn		$\text{Mn}^{2+}$
Bo	$\text{Bo}_3^{3-}$	
Mo	$\text{MoO}_4^{2-}$	
Co		$\text{Co}^{2+}$
Zn		$\text{Zn}^{2+}$
Cl	$\text{Cl}^-$	

# UNSUR HARA PENYUSUN TANAMAN



# Manfaat Hara Bagi Tanaman & Gejala Kekahatan

1. *Carbon (C)* → Diserap dlm bentuk gas  $\text{CO}_2$   
⇒ Sangat penting sbg pembangun BO.  
Mnrt LANDEGARDH kandungan  $\text{CO}_2$  pd :
  - Permukaan tanah : 0,053% - 0,028 %
  - Di atas daerah daun : 0,04% – 0,067 %
  - Satu meter diatas tanah :  $\pm 0,07$  %

2. *Oksigen (O)* → Diserap dlm bentuk  $\text{O}_2$   
⇒ Pembangun bahan BO

3. *Hidrogen (H)* → Diserap dlm bentuk  $\text{H}_2\text{O}$   
⇒ Elemen pokok pembentukan BO

Kekahatan atas ketiga unsur di atas menyebabkan kematian pada tanaman

- Unsur Hara Makro

- ▶ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S

- Unsur Hara Mikro

- ▶ Fe, B, Mn, Zn, Mo, Cl, Si, Na, Co, dll

*Unsur hara makro ?*

*Unsur hara mikro ?*

- Unsur hara makro dengan syarat :
  - ◆ Diperlukan dalam jumlah banyak
  - ◆ Kekurangan unsur hara makro, menimbulkan gejala defisiensi yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain
  - ◆ Kelebihan unsur hara makro tidak atau jarang menimbulkan pengaruh
- Unsur hara mikro dengan syarat :
  - ◆ Diperlukan dalam jumlah sedikit
  - ◆ Kekurangan biasanya tidak dapat digantikan oleh unsur-unsur mikro lainnya
  - ◆ Kelebihan dapat menjadi racun



A photograph of several passion fruits hanging from a vine. The fruits are in various stages of ripeness, with some being green and others a deep red-purple. They are surrounded by lush green leaves and thin, dark vines. A red oval with a blue border is superimposed over the center of the image, containing the text 'Unsur Hara Makro'.

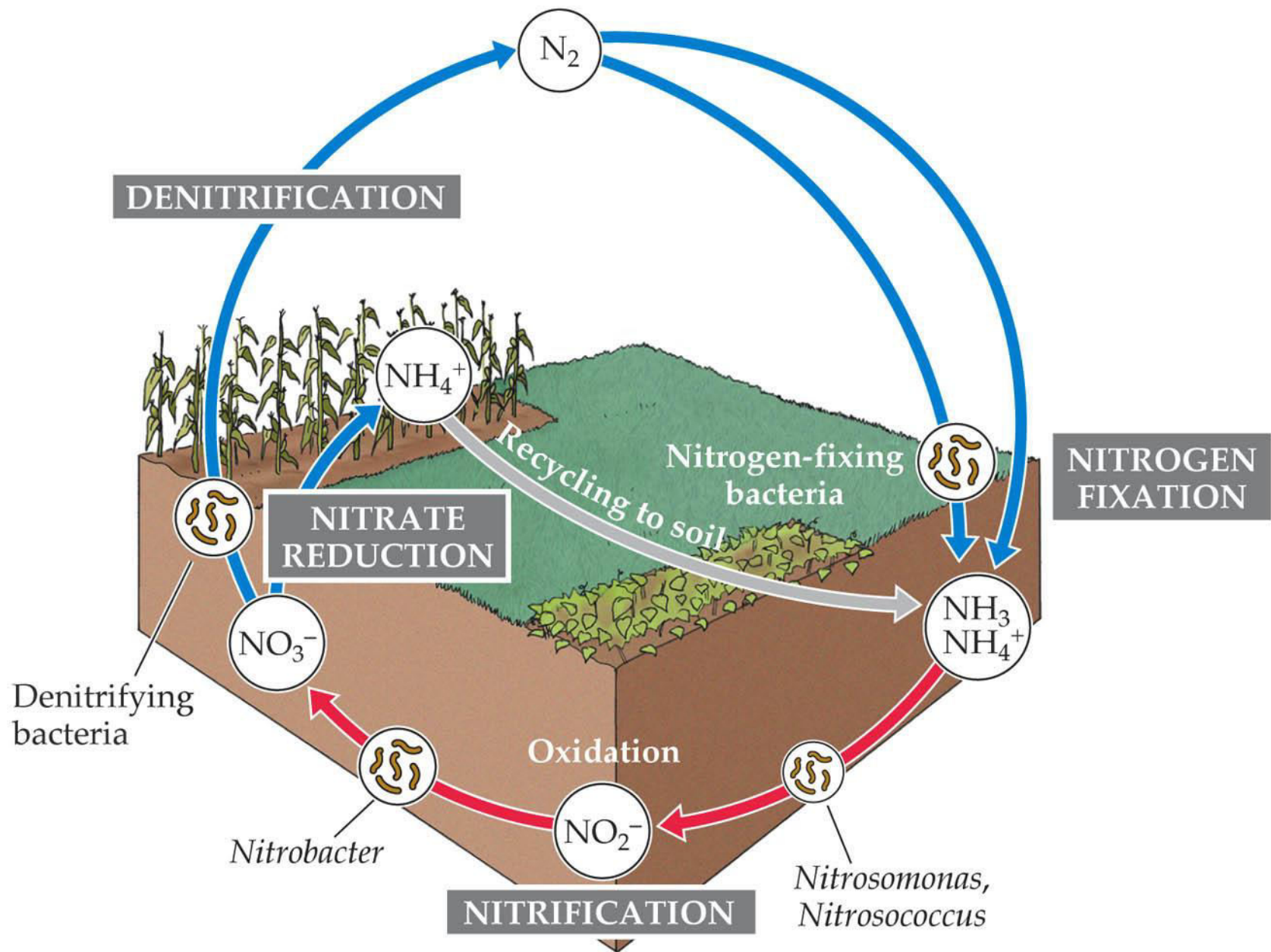
## Unsur Hara Makro



# Nitrogen (N)

- Merupakan unsur hara utama, sebagai penyusun dari semua protein dan asam nukleik, dengan demikian merupakan penyusun protoplasma secara keseluruhan
- Diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif, seperti daun, batang, akar, tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pembuahan pada tanaman.







## **Fungsi Nitrogen bagi tanaman :**

- 1). Untuk Meningkatkan pertumbuhan tanaman
- 2). Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan khlorosis (pada daun muda berwarna kuning)
- 3). Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- 4). Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan
- 5). Meningkatkan berkembangbiaknya mikro-organisme di dalam tanah. Sebagaimana diketahui hal itu penting sekali bagi kelangsungan pelapukan bahan organik.



# Nitrogen (N) → $\text{NO}_3^-$ $\text{NH}_4^+$

## B. Kekahatan :

- Pertumbuhan tanaman lambat / kerdil
- Daun mengalami klorosis
- Mula-mula daun menguning, mengering dan rontok. Daun yg menguning dimulai dari daun bagian bawah kemudian disusul daun bagian atas

## C. Sumber unsur N :

- Udara bebas (tersebar) → terjadinya halilintar ternyata dpt menghasilkan zat nitrat yg kemudian dibawa air hujan yang terserap kedalam tanah.
- Bahan organik dalam bentuk sisa-sisa tanaman di alam terbuka dan manusia & hewan (serasah & pupuk kandang)
- Pupuk buatan (Urea, ZA, PPC, & Pupuk Majemuk lainnya)
- Bakteri → Rhizobium



## Sumber N (Nitrogen)

Udara merupakan sumber Nitrogen yang tersebar. Dalam pemanfaatannya bagi tanaman harus mengalami perubahan terlebih dahulu dalam bentuk Amoniak ( $\text{NH}_4^+$ ) dan Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan hal ini dapat dihasilkan oleh :

1. Terjadinya halilintar di udara ternyata dapat menghasilkan zat nitrat, yang kemudian dibawa air hujan meresap ke bumi.
2. Bahan organis dalam bentuk sisa-sisa tanaman di alam terbuka (misalnya dalam pupuk kandang)
3. Pabrik-pabrik pupuk buatan (seperti Urea, ZA, dll)
4. Dan oleh bakteri-bakteri

# Mekanisme Unsur N

- Dalam Tanaman ;

N Berperan mensintesa karbohidrat menjadi protein dan protoplasma (melalui mekanisme respirasi) yang berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif tanaman.

- Dalam Tanah

N di serap tanaman dlm bentuk nitrat ( $\text{NO}_3$ ) & amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), akan tetapi nitrat akan segera tereduksi menjadi amonium melalui enzim yg mengandung Mo

Pemberian Zat N berlebihan dapat merugikan :

- Akan banyak menghasilkan daun dan batang
- Batang lembek dan mudah rebah
- Kurang menghasilkan buah
- Dapat melambatkan masakannya biji



# Fosfor (P)

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fosfatide, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagian bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem.

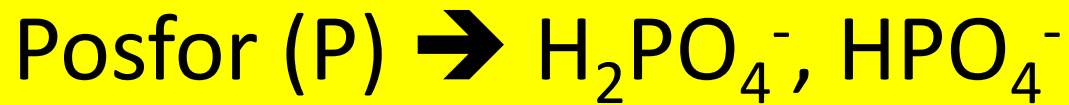
Fosfor diambil tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , dan  $\text{HPO}_4^{=}$ .





## Fungsi P (Fosfor) bagi Tanaman :

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
2. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya
3. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah
4. Merupakan bagian dari inti sel
5. Penting dalam pembelahan sel
6. Penting dalam perkembangan jaringan meristem
7. Penting dalam pertumbuhan jaringan muda dan akar



B. Kekahatan :

- Daun bawah berubah warna menjadi tua atau tampak mengkilap merah keunguan. Pada tahap lanjut daun menjadi kuning dan rontok.
- Tepi daun pd cabang & batang berwarna merah ungu, kemudian menjadi kuning.
- Batang kerdil dan berbunga dan berbuah.
- Jika terlanjur berbunga, maka ukurannya kecil2, jelek & lekas matang.

C. Sumber unsur P.

- Dalam bentuk batu kapur-posfat (Rock Phospate /RP)
- Dalam bentuk sisa tanaman dan kotoran hewan.
- Dalam bentuk tepung tulang dan tepung ikan / udang
- Dalam bentuk Pupuk Buatan (TSP, DSP, Pupuk Majemuk, dll)

■ Sumber Fosfat dapat dijelaskan bahwa zat Fosfat berada di dalam tanah sebagai fosfat mineral yang kebanyakan terdapat :

- 1). Dalam bentuk batu kapur-fosfat (Cirebon fosfat, Muria fosfat, dll)
- 2). Dalam bentuk sisa tanaman dan lain-lain bahan organis
- 3). Dalam berbagai bentuk pupuk buatan (Superfosfat, dobel super fosfat, Cirebon-fosfat, dll)

Pemberian pupuk P berlebihan, pada tanah liat, pupuk P dapat berubah menjadi padat, sukar larut dan tidak tersedia, terbentuk fosfat Aluminium dan fosfat besi.

- + Tanah-tanah muda didominasi oleh fosfat Kalsium, sedangkan tanah-tanah tua didominasi oleh fosfat Al dan Fe.
- + Kelarutan fosfat Aluminium lebih besar dari fosfat besi, membuat tanah-tanah tua didominasi oleh fosfat besi.
- + Pada tanah berkapur, fosfat diendapkan pada permukaan  $\text{CaCO}_3$ , membuat fosfat Kalsium yang kurang larut.
- + Pemberian pupuk fosfat, tidak seluruhnya tersedia untuk tanaman, karena terikat pada partikel tanah. Agar tanaman dapat memperoleh fosfat sesuai kebutuhan, maka pemberian fosfat harus melampaui daya fiksasi tanah.

# Mekanisme Unsur P

- Mekanisme dlm Jaringan tanaman.

Pofor terdapat dalam bentuk *phitin*, *nuklein*, & *fosfatide*, yg merupakan bagian dari *protoplasma & inti sel*.

Sehingga, berperan penting dalam proses pembelahan sel, dan pembentkan jaringan meristem.

Pd tanaman, bagian2 generatif tanaman seperti bagian2 bunga (kelopak, tangkai sari, kepala sari, tepung sari & bakal biji) banyak mengandung P

- Mekanisme di dlm tanah.

Di dlm tanah terdapat 2 bentuk → organis & an organis.

Sebagian besar P dlm tanah dalam keadaan statis yg terikat pada senyawa organis. Dan hanya sedikit sekali yg dalam bentuk ion-ion P (anorganis) yg dpt dimanfaatkan tanaman.

Unsur yg paling dominan mengikat P menjadi statis adalah unsur Al dan Fe.

# Kalium (K)

Elemen ini dapat dikatakan bukan elemen yang langsung pembentuk bahan organik. Dalam hal ini dapat pula ditegaskan bahwa Kalium berperan membantu :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat
2. Mengeraskan bagian kayu dari tanaman
3. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
4. Meningkatkan kualitas biji atau buah
5. Kebanyakan berada pada bagian titik tumbuh.

20 Februari 2016



# Kalium (K) $\rightarrow$ $K_2^{+}$

## A. Manfaat :

- a. Membantu pembentukan protein, karbohidrat & gula
- b. Membantu pengangkutan gula dari daun ke jaringan tanaman yg lain
- c. Memperkuat jaringan tanaman
- d. Meningkatkan daya tahan terhadap penyakit
- e. Meningkatkan kualitas & cita rasa biji & buah

## B. Kekahatan :

- a. Daun mengerut atau keriting
- b. Timbul bercak-bercak merah coklat, kemudian mengering & mati
- c. Terhambatnya perkembangan akar
- d. Kualitas buah/bunga rendah, tidak sempurna, kecil, jelek, tidak tahan lama & cita rasanya tidak sempurna

## C. Sumber unsur K :

- a. Beberapa jenis mineral (air irigasi, larutan dalam tanah, dll)
- b. Sisa-sisa tanaman & jasad renik
- c. Abu tanaman (abu sekam, abu janjang, dll)
- d. Pupuk buatan (KCL, Zk, dll)

- Kalium diserap tanaman dalam bentuk  $K^+$  (terutama pada tanaman muda).
- Menurut penelitian, Kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung Kalium.
- Pada sel-sel zat ini terdapat sebagai ion di dalam cairan sel dan keadaan demikian akan merupakan bagian yang penting dalam melaksanakan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmotis.
- Ion Kalium mempunyai **fungsi fisiologis** yang khusus pada asimilasi zat arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi Kalium, maka asimilasi akan terhenti.



## Sumber-sumber Kalium :

1. Beberapa jenis mineral
2. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik
3. Air irigasi serta larutan dalam tanah
4. Abu tanaman dan pupuk buatan

Misalnya pada abu daun teh yang muda mengandung sekitar 50 %  $K_2O$ , sedangkan pada pucuk tebu mengandung sekitar 60-70 %  $K_2O$ .

Zat Kalium mempunyai sifat mudah larut dan hanyut selain itu mudah difiksasi dalam tanah.

# Mekanisme Unsur K

## A. Dalam jaringan tanaman.

K bersifat sebagai katalisator.

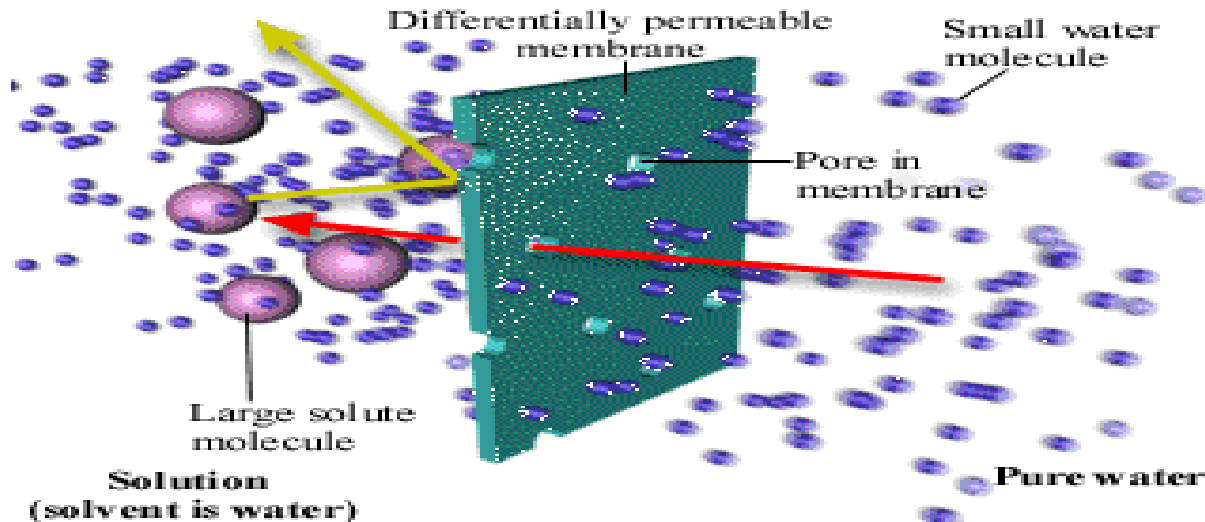
K banyak terdapat di dalam sel-sel muda atau bagian tanaman yg banyak mengandung protein. Di dalam sel, K terkandung di dalam cairan sel sebagai ion  $K^+$ , sehingga berperan penting dalam melaksanakan *turgor* yg disebabkan oleh tekanan *osmosis*.

Fungsi fisiologis khusus K : pada proses asimilasi zat arang.

## B. Di dalam tanah.

Bersifat mudah larut dan mudah difiksasi dalam tanah

Contoh Kejadian osmosis di dalam sel :



# Non-Mineral Elements

- (C) Carbon
- (H) Hydrogen
- (O) Oxygen



# Carbon, Oksigen dan Hidrogen

## d. Carbon, Oksigen dan Hidrogen

Unsur C, O, dan H, merupakan bahan baku dalam pembentukan jaringan tubuh tanaman. Berada dalam bentuk  $\text{H}_2\text{O}$  (air),  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (asam arang dan  $\text{CO}_2$  dalam udara.

### 1. Carbon (C) :

Penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik. Carbon diambil tanaman berupa  $\text{CO}_2$ , sumber carbon dapat dikatakan banyak, dalam ruangan tertutup yang berisi :

$\text{CO}_2$  ----- fotosintesa terus aktif

- + Kandungan carbon bervariasi diatas tanah, diatas daun, dalam hal ini satu meter diatas tanah akan berbeda.
- + Diudara terbuka terdapat 0,03 % CO<sub>2</sub>, sedangkan di tempat yang banyak tanamannya terdapat CO<sub>2</sub> yang lebih besar dari 0,03 %.

## 2. Oksigen :

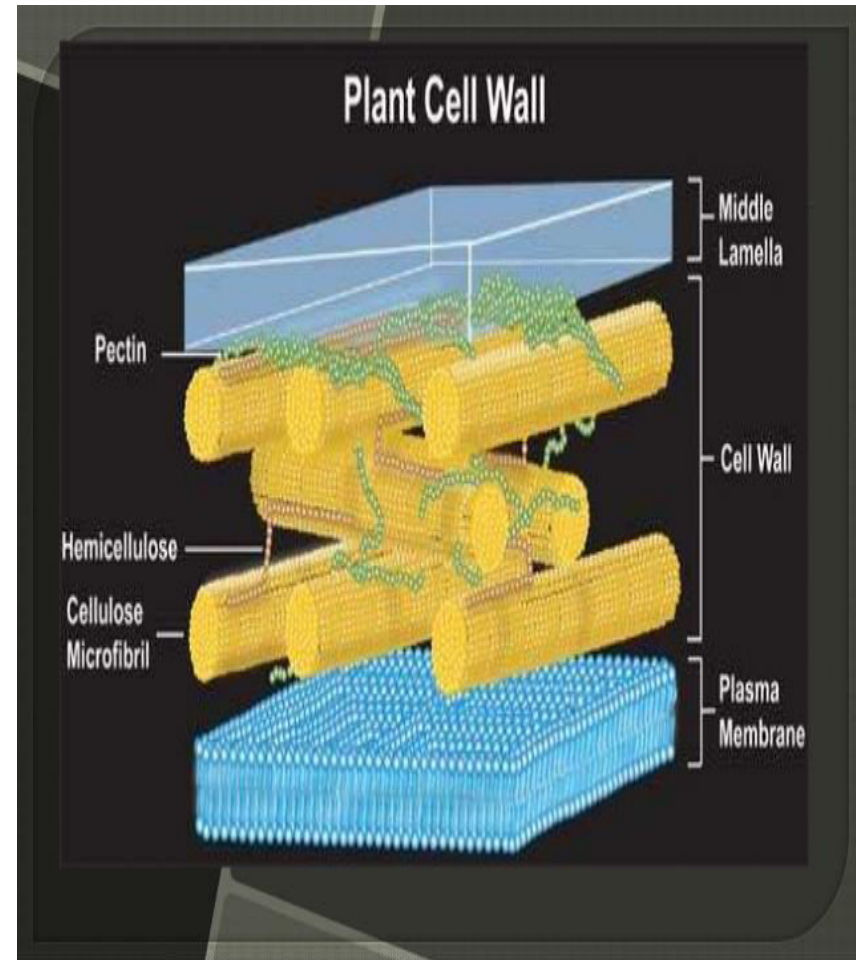
Terdapat dalam bahan organik sebagai atom dan termasuk pembangun bahan organik, diambil dalam bentuk CO<sub>2</sub>. Sumbernya tidak terbatas.

### 3. Hidrogen

Merupakan elemen pokok pembangun bahan organik, supply dari air. Sumbernya tidak terbatas.

# Kalsium

- Kalsium termasuk unsur hara yang esensial, unsur ini diserap dalam bentuk  $\text{Ca}^{++}$ .
- Sebagian besar terdapat dalam daun dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella pada dinding sel.
- Selain itu terdapat juga dalam batang, berpengaruh baik pada pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar.



Dalam ini apabila zat ini tidak diperhatikan atau ditiadakan, maka pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar akan terhenti sedangkan bagian-bagian yang telah terbentuk akan mati dan berwarna coklat kemerah-merahan.

### **Fungsi Kalsium :**

1. Ca terdapat pada tanaman yang banyak mengandung protein
2. Ca ada hubungannya dalam pembuatan protein atau bagian yang aktif dari tanaman
3. Ca dapat menetralkan asam-asam organik yang dihasilkan pada metabolisme



4. Kekurangan Ca pada tanaman gejalanya pada pucuk
5. Ca penting bagi pertumbuhan akar, sama halnya dengan urium
6. Ca dapat menetralkan tanah asam, dapat menguraikan bahan organik, tersedianya pH dalam tanah tergantung pada Ca.

**Sumber Ca :**

Terutama batu-batu kapur dan sisa-sisa tanaman.

# Magnesium

Magnesium diserap dalam bentuk  $Mg^{++}$ , merupakan bagian dari khlorofil. Kekurangan zat ini maka akibatnya adalah khlorosis, gejala-gejalanya akan tampak pada permukaan daun sebelah bawah.

Kadar Mg di dalam bagian-bagian vegetatif dapat dikatakan rendah daripada kadar Ca, akan tetapi di dalam bagian-bagian generatif malah sebaliknya. Mg banyak terdapat dalam buah dan juga dalam tanah.

Sebagai pupuk diberikan dalam bentuk :  
 $MgSO_4$ ,  $MgCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$ .



# Magnesium → $Mg^{2+}$

## Manfaat :

- a. Membantu pembentukan klorofil, asam amino, vitamin, & lemak
- b. Berperan dalam transportasi phosphate pd tanaman

## Kekahatan :

- a. Daun tua (terutama pada daun bagian bawah) mengalami klorosis, menguning, dan bercak2 coklat, hingga akhirnya rontok.
- b. Pd tanaman yg menghasilkan biji maka akan menghasilkan biji yg lemah.

# Sumber Mg:

- Di dalam tanah berasal dari dekomposisi batuan yg mengandung mineral spt; biotit, terpentin, klorit & olivin.
- Pupuk kimia alami → Dolomit/Dolomitic limestone ( $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ )
- Pupuk Kimia Buatan →
  - a. Sulfat of Potash Magnesium.

- Sulfur	= 22%	- K	= 18,2%
- Mg	= 11,1 %	- $\text{K}_2\text{O}$	= 22%
- MgO	= 18,5%		
  - b. Epsom Salt ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) → dlm bentuk pupuk cair
  - c. Kleserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) →  $\text{K}_2\text{O}$  (2%), MgO (30,5%),  
Mg (18,3%)
  - d. Magnesia ( $\text{MgO}$ ) → beasarl dari air laut
  - e. Terpentin (  $\text{Mg}_3\text{SiO}_2(\text{OH})_4$  )
  - f. Magnesit ( $\text{MgCO}_3$ )
  - g. Karnalit ( $\text{MgCl}_2\text{KCl}6\text{H}_2\text{O}$ )

Menurut hasil penelitian ternyata ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketersediaan Magnesium adalah :

- Temperatur
- Kelembaban
- pH
- Dan beberapa faktor lainnya

# Sulfur

- Sulfur diserap dalam bentuk  $\text{SO}_4^-$ , zat ini merupakan bagian dari protein yang terdapat dalam bentuk : Cystein, methionin dan thiamine.



- Belerang yang larut di dalam air akan diserap akar tanaman (terutama tanaman muda) pada pertumbuhan permulaan dan perkembangannya.
- Biji tanaman terdapat kandungan zat belerangnya cukup banyak sekitar 50 % dari jumlah kandungan unsur fosfat.
- terdapat pada tanaman jenis leguminoceae karena pada tanaman legum sulfur sangat penting untuk pembentukan *nodula* (*bintil-bintil akar*, *kekurangan sulfur gejalanya khlorosis, kecuali pada pucuk*).



**Unsur S banyak terdapat di dalam tanah kadang-kadang kelebihan bersifat racun**

**Sumber-sumber Sulfur :**

- 1. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik/serangga yang telah melapuk khususnya dari zat protein.**
- 2. Berasal dari pupuk amonium sulfat, lebih banyak mengandung sulfur dibandingkan dengan N nya.**
- 3. Superfosfat, kandungan fosfat dan sulfurnya seimbang.**



*END*





# UNSUR MIKRO YANG DIBUTUHKAN TANAMAN

# Micronutrients

- (Fe) Iron
- (Cu) Copper
- (Zn) Zinc
- (B) Boron
- (Mo) Molybdenum
- (Mn) Manganese
- (Cl) Chlorine

## Micronutrients

Boron

Molybdenum

Iron

Zinc

Manganese

Copper

# UNSUR MIKRO

→ Umumnya berperan sbg aktivator enzim

## BESI (Fe)

Diserap tan dlm btk  $\text{Fe}^{+3}$  dan  $\text{Fe}^{+2}$ , Fe-khelat

### Peranannya :

- Penyusun khlorofil, protein dan enzim
- Transfer energi, terutama pd sitokrom
- Aktivator berbagai enzim

### Kekurangan :

- Melemahkan pembt khlorofil, enzim
- Terjadi penimbunan sulfat dan nitrat

Kekahatan Fe terlihat pada daun muda (immobil), yaitu interveinal *chlorosis*. Gejala lanjutan, daun terlihat sangat pucat

Defisiensi Fe sering ditemukan pada kedele, jagung, alpukat, jeruk, sayuran dan tanaman hias, terutama yang di tanam pada tanah-tanah berkapur atau tanah-tanah alkalin



Kandungan Fe 50-250 ppm umumnya mencukupi kebutuhan tanaman. Bila  $Fe < 50$  ppm, maka gejala kekahatan akan terlihat. Berfungsi struktural pada komponen molekul *porphyrin*; cytochrome, hematin, leghemoglobin. Substansi terlibat di dalam reaksi oksidasi-reduksi, respirasi dan fotosintesa. Lebih dari 75% dari total Fe cell, berkaitan dengan chloroplast. Lebih 90% Fe di daun, terdapat bersama lipoprotein dari chloroplast, dan mitochondria.

## MANGAN (Mn)

Diserap tan dlm btk  $Mn^{+2}$  dan  $Mn^{+4}$

Mrpk logam transisi, kadar normal 20-500 ppm.

### Peranannya :

- Sebagai electron-transport, pada photosystem II,
- Aktivator berbagai enzim dlm metabolisme KH, Fosforilasi, daur asam sitrat, arginase, cysteine desulfidrase

### Kekurangan :

- Klorosis pd daun muda (in mobil) berupa klorosis interveinal chlorosis, grey speck (bercak abu-abu), speckel yellow (bercak kuning).

- **Kelebihan** Mn akan merusak, seperti *crinkle leaf* (daun mengerut) pada kapas, keracunan pada tembakau, kedele dan buah-buahan. Dengan pengapuran toksisitas ini dapat dibaiki.



## MOLIBDENUM (Mo)

Diserap tan dlm btk  $\text{MoO}_4^{=2}$

- Kandungan normal,  $<1$  ppm. Kahat Mo terjadi bila  $\text{Mo} < 0.2$  ppm. Ion  $\text{MoO}_4$  sangat sedikit dalam larutan tanah, namun dalam keadaan tertentu dapat  $>1000 - 2000$  ppm

### Peranannya :

- Dalam pembtk bintil akar  $\rightarrow$  Fiksasi N  
Kandungan Mo di bintil akar dapat mencapai 10X lebih tinggi dari kandungan di daun.
- Aktivator enzim nitrat reduktase, nitrogenase, dan Xantine oksidase

- Mo diperkirakan pula berperan esensial dalam absorpsi Fe, dan traslokasinya di dalam jaringan tanaman

## **Kekurangan :**

- Khlorosis pada urat daun,
- Kadang menyerupai kekurangan N
- Pembtk bintil akar terhambat → legum
- Gejala ini sering ditemukan pd legum, tomat, kentang, dan rumput

## **TEMBAGA (Cu)**

Diserap tan dlm btk  $\text{Cu}^{+2}$ , Cu-khelat

### **Peranannya :**

- Aktivator berbagai enzim;  
Tyrosinase, As askorbat oxidase, laktase, sitokrom oksidase, butiril coa
- Dlm penyusun lignin
- Dlm metabolisme protein dan KH

### **Kekurangan :**

- Daun muda kering dan kerdil
- Pinggiran dan ujung daun mati,
- Turgor tan menurun
- Gagal berbunga

- Kadar normal dalam jaringan 5-20 ppm, Garam Cu, atau Cu-complexes, dapat diambil tanaman melalui akar atau daun.
- Juga berfungsi pada transpor elektron fotosintesa dan berpengaruh tak-langsung pada pembentukan bintil akar tanaman legum.

## **BORON (B)**

Diserap tan dlm btk;



### **Peranannya :**

- Translokasi gula ke membran
- Dlm metabolisme KH, protein, as nukleat, fenol dan auksin
- Dlm pemanjangan dan pembelahan sel
- Dlm perkecambahan serbuk sari



- Kandungan hara-nya
- pada *monocotyledon* 6-18 ppm,
- pada *dicotyledon*, 20-60 ppm
- Kadarnya di daun, umumnya >20 ppm dari berat kering.

### **Kekurangan :**

- Pucuk tdk tumbuh, dan pertumbuhan daun memilin
- Daun muda hijau pucat, mulai dr bgn bawah

- Kekahatan B sering dijumpai pada asparagus, wortel, bawang, bit gula dan kubis. Gejala kekahatan tampak pada daun muda, yang berwarna hijau, pucat, terutama pada bagian pangkal daun. Kadang-kadang pangkal daun itu tergulung/terpilin ,kemudian mati.
- Walaupun B diperlukan tan dan ganggang, tetapi tidak dibutuhkan binatang, fungi, dan beberapa mikroorganisme lain.



## SENG (Zn)

Diserap tan dlm btk  $\text{Zn}^{+2}$ , Zn-khelat

### Peranannya :

- Aktivator enzim enolase, aldolase, oxaloasetat dekarboksilase, lesitinase, sistein desulfiditase , histidin deaminase, karbonat anhidrase, proteinase, peptidase
- Penyusun pati
- Assimilasi  $\text{CO}_2$  dan metabolisme N
- Perlu dlm analisis *Tryptophan & as indol asetat*

## **Kekurangan Zn:**

- Menghambat sintesis RNA
  - Daun muda khlorosis antar urat daun
  - Pertumb btg menurun, buku pendek (roset)
- 
- Konsentrasi normal 25-150 ppm. Dapat diambil melalui daun dalam bentuk garam atau kompleks.

- Jagung, kacang-kacangan, jeruk, kedele, kentang, kapas, tomat, sensitif akan kekurangan Zn. Kekahatan tampak bila kadar-nya dalam jaringan tanaman  $<20$  ppm, dan akan meracun, bila kadarnya  $>400$  ppm di daun.
- Gejala kahat Zn terlihat pada daun dengan warna hijau muda, lalu kuning, memucat pada tulang daun daun tua, chlorotic, ruas memendek dan rosett, mengecil, dan daun gugur.

## KHLOR (Cl)

Diserap tan dlm btk  $\text{Cl}^-$ , gas atau larutan oleh daun

- Unsur ini baru ditetapkan esensial setelah tahun 1950. Jumlah kebutuhan tanaman akan Cl, sama dengan sulfur (S), dapat diambil melalui daun dan akar.

### Peranannya :

- Dlm penggelembungan protoplasma
- Permeabilitas & tekanan osmose sel ↑
- Mengatur tata air dlm sel
- Membantu penyerapan ion K dan Ca



- Peranan Cl tampak pada evolusi oksigen, pada *photosystem II*, dari fotosintesa. Kadar Cl yang tinggi di tanah *dapat* menekan pengambilan  $\text{NO}_3$  dan  $\text{SO}_4$  . Akibatnya, tanaman akan akan kekurangan protein, sehingga tanaman menjadi lebih mampu bertahan terhadap patogen. Hal ini dikenal sebagai *inhibitory effect* dari Cl.

## Kekurangan :

- Bercak khlorosis/nekrosis pd daun muda
- Akar tdk berkembang dg baik

Pd bbrp tan Cl dapat diganti unsur B

- Kekahatan Cl diperlihatkan oleh gejala layu sebagian, atau kehilangan turgor daun, chlorosis pada daun muda, diikuti nekrosis, berwarna coklat, dan pertumbuhan akar terganggu. Gejala ini muncul bila kadar Cl 70-700 ppm, dalam jaringan tanaman. Penambahan 4-10 kg Cl, per Ha, dapat memperbaiki keadaan ini.

- Kandungan normal Cl dalam tanaman 0.2-2,0% dari BK, namun dapat mencapai 10%.
- Pada tan sensitif, (tembakau, alpukat, legum), kadar Cl 0,5-2,0%. dapat menekan produksi dan mutu; pada tan yang toleran (bit gula, barley, jagung, bayam dan tomat), akan terjadi hal yang sama, bila kadarnya  $>4,0\%$ .
- Peran Cl lebih menonjol pada kegiatan biokimia, yang terkait dengan osmose dan netralisasi kation, atau sebagai *counter ion* pada proses penyerapan K oleh akar tanaman.



# UH ESSENSIAL UTK TAN TERTENTU

Bukan mrp uh ptg bagi semua tanaman

## NATRIUM (Na)

Diserap tan dlm btk  $\text{Na}^+$

### Peranannya :

Esensial untuk tanaman *halophytic* dari golongan C4., yaitu tanaman yang memerlukan intensitas cahaya matahari berlimpah. Tanaman yang memerlukan Na untuk pertumbuhan optimal *adalah saladri* (celery), bayam, bit gula, tembakau, karet, padi, dll. Pengaruh Na *tertuju* kepada peningkatan turgor. Pd bbrp tan dpt digantikan dg K

- Na dapat meningkatkan *phosphoenol pyruvate-carboxylase* pada tanaman C<sub>4</sub>. Oleh sebab itu kekurangan Na akan merubah jalur fiksasi CO<sub>2</sub> dari C<sub>4</sub> ke C<sub>3</sub>. Marschner (1986) berpendapat  
→ Na banyak berperan pd tan C<sub>4</sub>
- Fungsi lain dari Na, yaitu pada akumulasi asam oksalat, *K-sparing action*, pembukaan stomata, dan regulasi enzim nitrate-reductase.

### **Kekurangan :**

- Mirip kurang K → nekrosis
- Daun hijau tua, tipis dan kusam
- Konsentrasi Na pada tanaman bervariasi lebar sekali, yaitu 0,01- 10,0%. Dari berat kering daun.

Bdsk kebutuhan tan thd Na, tan terbagi 4 gol.

**\*Natrofilik (Tan menyerap Na dlm jlh besar)**

- Gol A. Na dpt gantikan K dlm jlh banyak  
misal; bit gula dan rumput C<sub>4</sub>
- Gol B. Sbgm K yg dpt gantikan Na  
Misal; kubis, kapas, gandum dan bayam

**\*Natrofobik (Tan menyerap Na dlm jlh sedikit)**

- Gol C. Sedikit K yg dpt gantikan Na  
Misal; barley, tomat, kentang, rumput rye
- Gol D. Na tdk dpt gantikan K  
Misal; jagung, kedele, kcg pj, dan timothy

## SILIKON (Si)

Diserap tan dlm btk  $\text{SiO}_4^{=}$

- Unsur ini banyak di tanah, dapat larut dalam bentuk asam monosilikat;  $\text{Si(OH)}_4$ .

### Peranannya :

- Pd tan gramine; padi, bambu, tebu
- Pemberian Si prod  $\uparrow$  (Padi kadar Si relatif tg dan  $>$  UH makro N, P, K, Ca, Mg, dan S)
- Mengurangi transpirasi dan resisten thd hp

### Kekurangan :

- Tan tumbuh lemas, mudah roboh, mudah diserang hp
- Tan cepat kekurangan air



- Asam monosilikat dapat membentuk kompleks dengan polyhydroxyl.
- Si adalah bagian dari struktur dinding cell. Rumputan dan paku-pakuan mengandung 2-20% Si, sebagai polimer hidrat atau silika-gell., berperan memperkuat jaringan, mengurangi kehilangan air, dan menekan terjadinya infeksi jamur. Sebagian Si yang diendapkan pada intracellular, membentuk endapan yang dikenal dengan nama *opal*.

- Secara biokimia, peranan Si belum teridentifikasi dengan jelas. Diperkirakan sebagai regulator/protektor fotosintesa. Dapat menekan aktivitas enzim invertase, peroxidase, phosphatase (pada tebu).
- Dapat menunjang tegakan padi-padian, dan rumput-rumputan, serta menambah ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit tanaman

- Pemberian Si pada padi, dapat meningkatkan toleransi terhadap pengaruh besi (Fe) dan Mn, yaitu dalam menekan toksisitas Fe dan Mn. Padi akan respon terhadap pemberian Si, bila kandungan Si jerami  $< 11\%$ . Diperkirakan pula, bahwa pemberian pupuk K, akan memacu pengambilan Si, dan mendorong metabolisme tanaman tersebut.



## COBALT (Co)

### Peranannya

- Diperlukan *Rhizobium* utk fiksasi N  
Pembt vit B<sub>12</sub> (Sianokobalamin) dlm pembt HB  
(Hemoglobin dlm fiksasi N)
- Aktivator enzim arginase, lesitinase,  
oksalo asetat dekarboksilase, malat
- Mengaktifkan pertumb, fs, transpirasi dan  
menambah jumlah khlorofil.  
Tan yg respon dg Co; kapas, legum

Kadar Co dalam tanaman 0.02-0.5 ppm. Pada alfalfa 10 ppb Co pada larutan hara, telah cukup membantu proses fiksasi N. Penambahan Co, dapat meningkatkan hasil kapas 4-21 %.

## VANADIUM (V)

Diduga berperan pd Oksidasi Reduksi biologi, dan dpt digantikan Mo pd Azotobacter

- Konsentrasi yang rendah dari V, berpengaruh baik bagi perkembangan mikroorganisme, binatang dan tumbuhan.
- Unsur V mungkin berperan pada reaksi oksidasi-reduksi dalam tanaman dan makhluk hidup lainnya. Pengaruh V pada tanaman telah terlihat pada asparagus, padi, salada dan jagung.
- Kebutuhan tanaman diperkirakan 2 ppb, sedangkan kadar normal pada tanaman rata-rata 1 ppm.



**thank you**



# NUTRISI TANAMAN

***Tim matakuliah Nutrisi***

**Program Studi Agroekoteknologi**  
**Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang**  
***irfansuliansyah@yahoo.com***

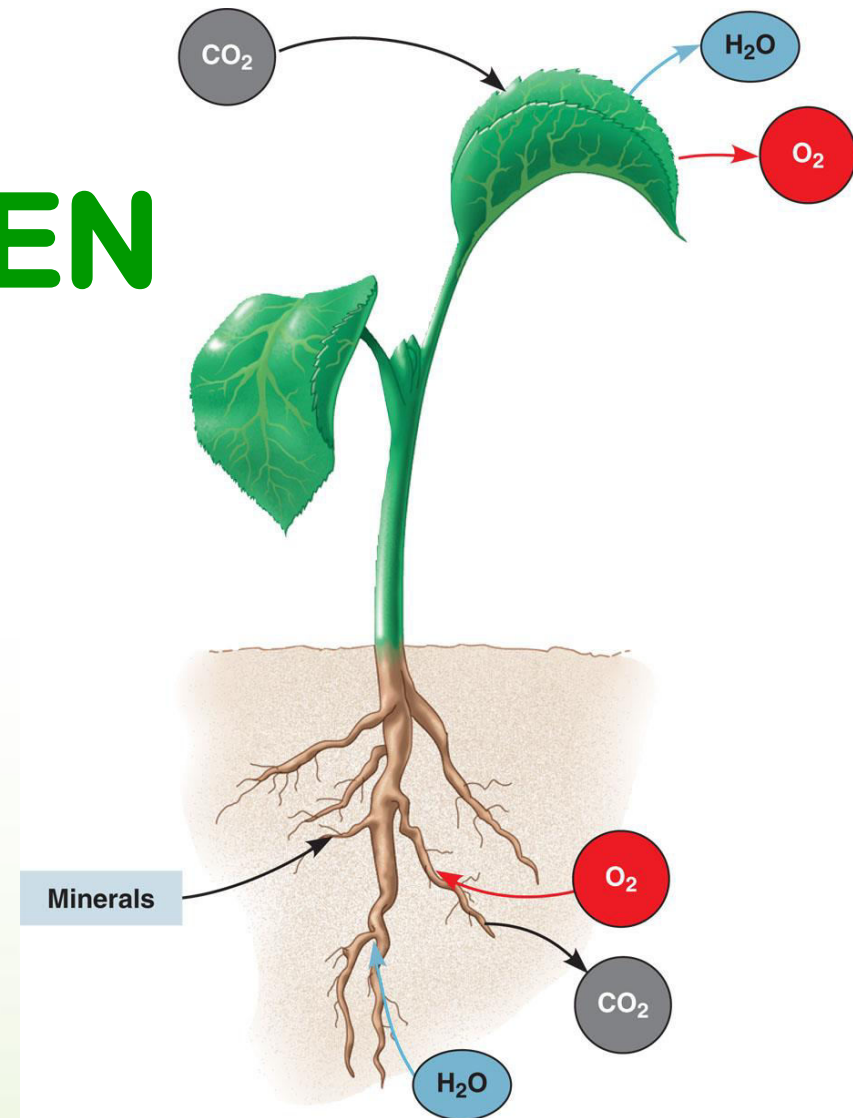


## MATERI 03

# SIKLUS NITROGEN

*Tim matakuliah Nutrisih*

Program Studi Agroekoteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang



# Apa itu *nitrogen*?







# Nitrogen ada dalam Nonmetals/Kelompok BCNO

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 +Ac	104 Rf	105 Ha	106 Sg	107 Ns	108 Hs	109 Mt	110	111	112	113					

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

# Dimana *nitrogen* dapat ditemukan?





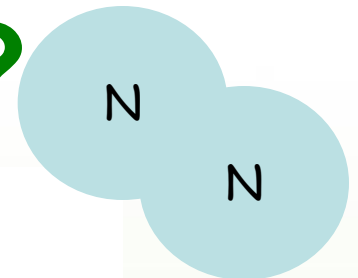
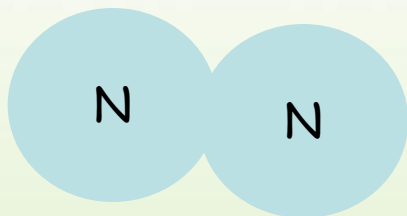
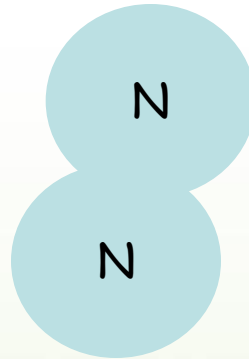
Jumlah terbanyak *nitrogen* ada di *atmosfir*.

78% udara mengandung nitrogen!



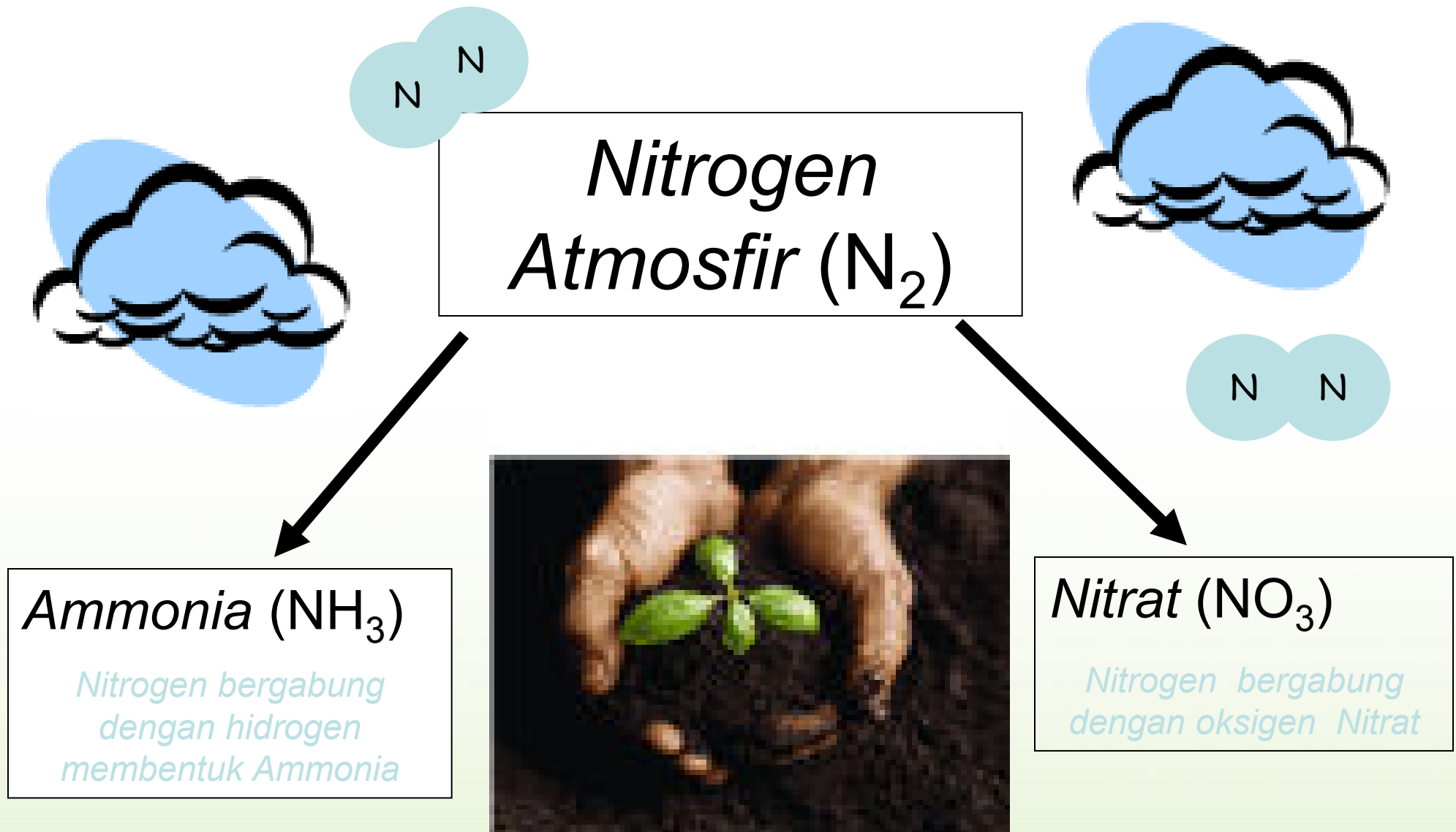


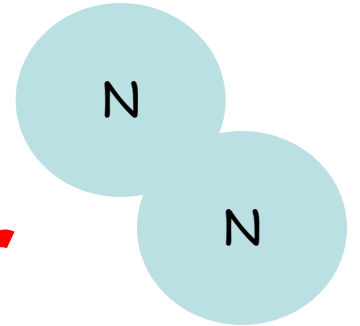
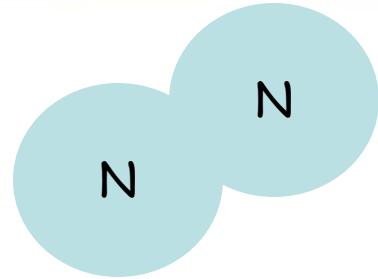
Apa yang terjadi  
dengan *nitrogen*  
*atmosfir*  
( $N_2$ ) dalam siklus  
nitrogen?



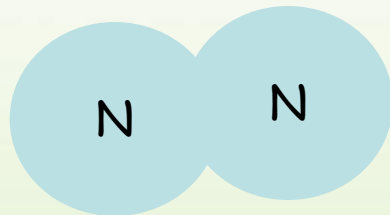


*Nitrogen atmosfir* dirubah menjadi  
*ammonia* atau *nitrates*.





**Mengapa**  
***nitrogen atmosfer***  
**harus dirubah/  
dikonversi?**





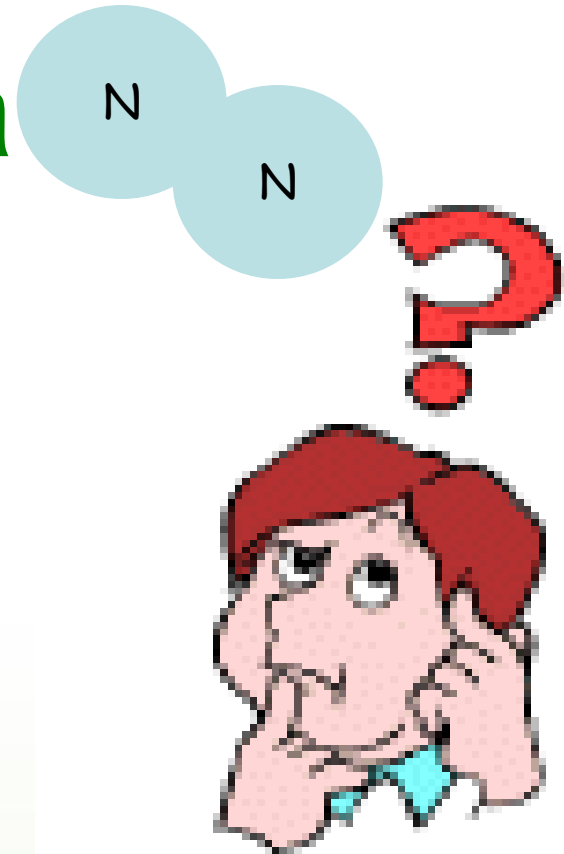


*Nitrogen* merupakan komponen esensial DNA, RNA, dan protein yang merupakan pembangunan kehidupan.

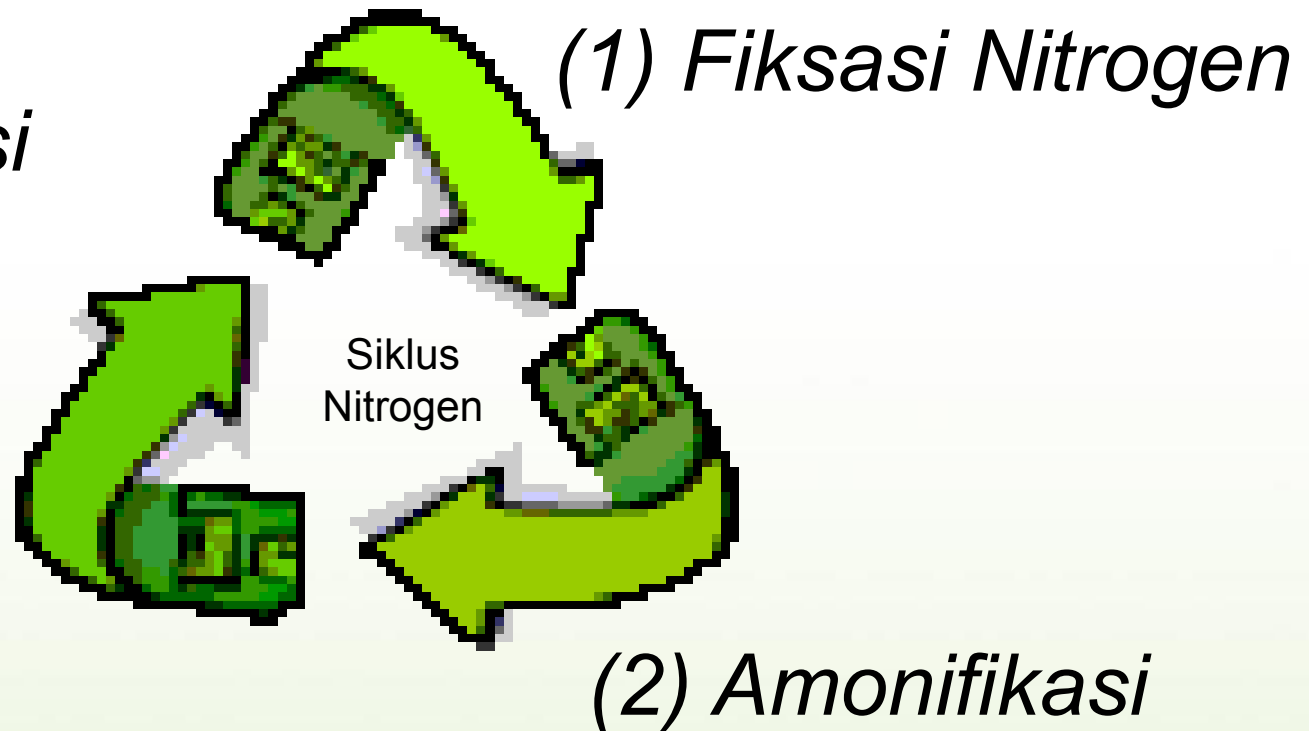
Meskipun mayoritas udara yang kita hirup mengandung *nitrogen*, namun sebagian besar organisme hidup *tidak mampu menggunakan nitrogen* secara langsung dari *atmosfir*!



**Bagaimana caranya**  
***nitrogen atmosfer***  
**dirubah menjadi**  
**bentuk yang dapat**  
**digunakan oleh**  
**sebagiaian besar**  
**makhluk hidup?**



Caranya adalah melalui salah satu dari empat proses berikut yang terdapat dalam **Siklus Nitrogen!**

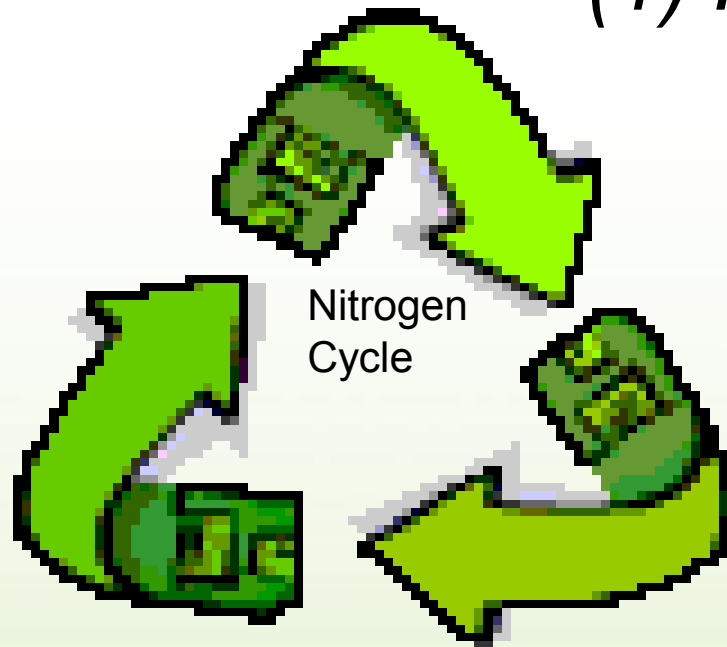




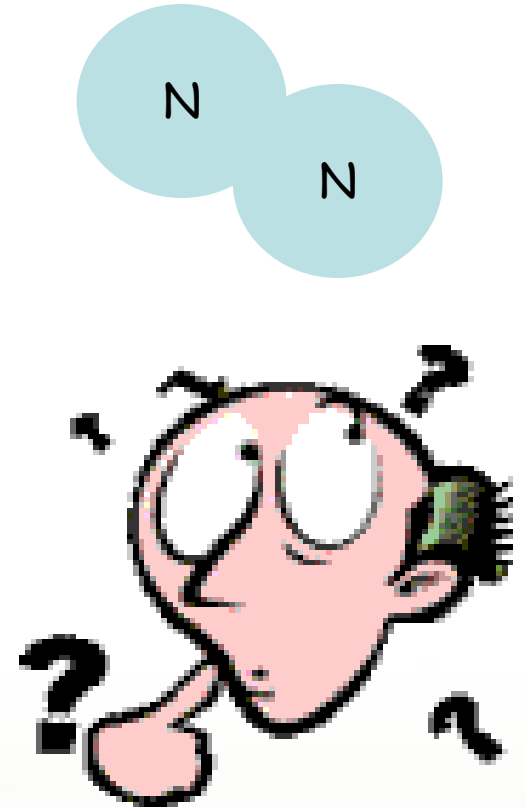
# Proses Pertama dalam siklus nitrogen adalah....

***Fiksasi Nitrogen!***

*(1) Fiksasi Nitrogen*

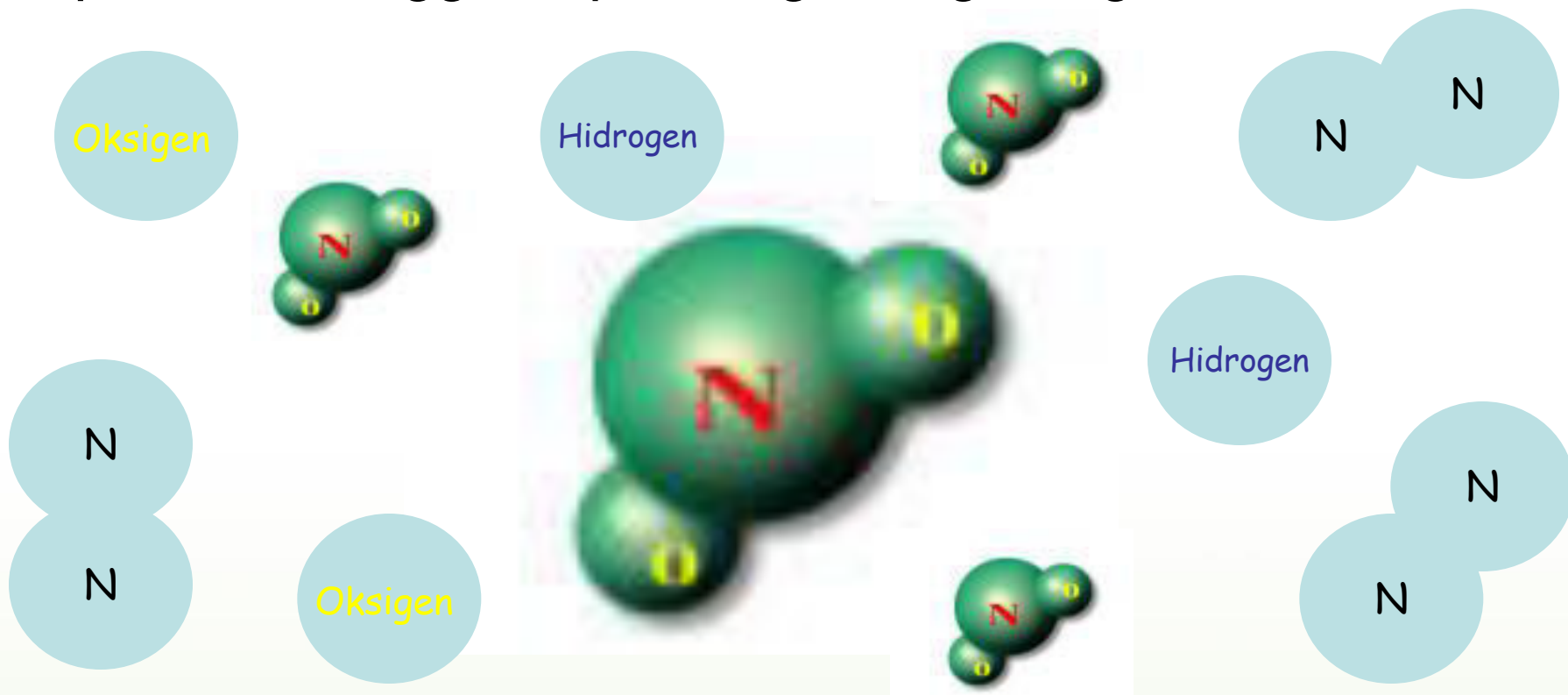


Apa yang dimaksud  
dengan  
*“fiksasi nitrogen”*  
dan  
apa maksudnya  
mengatakan bahwa  
nitrogen telah  
*“difiksasi”*?





**Fiksasi Nitrogen** merupakan proses-proses yang menyebabkan 2 atom molekul nitrogen yang kuat yang ada di atmosfer dipecah sehingga dapat bergabung dengan atom-atom lain.



**Nitrogen difiksasi** apabila dia bergabung dengan oksigen atau hidrogen.



# Ada tiga cara agar *nitrogen* dapat “difiksasi”!

(a) *Fiksasi Atmosferik*



(b) *Fiksasi Industrial*

(c) *Fiksasi Biologis*



*Bakteri*

## Fiksasi Atmosferik

(Hanya 5 - 8% dari Proses Fiksasi)

Energi yg sangat besar dari

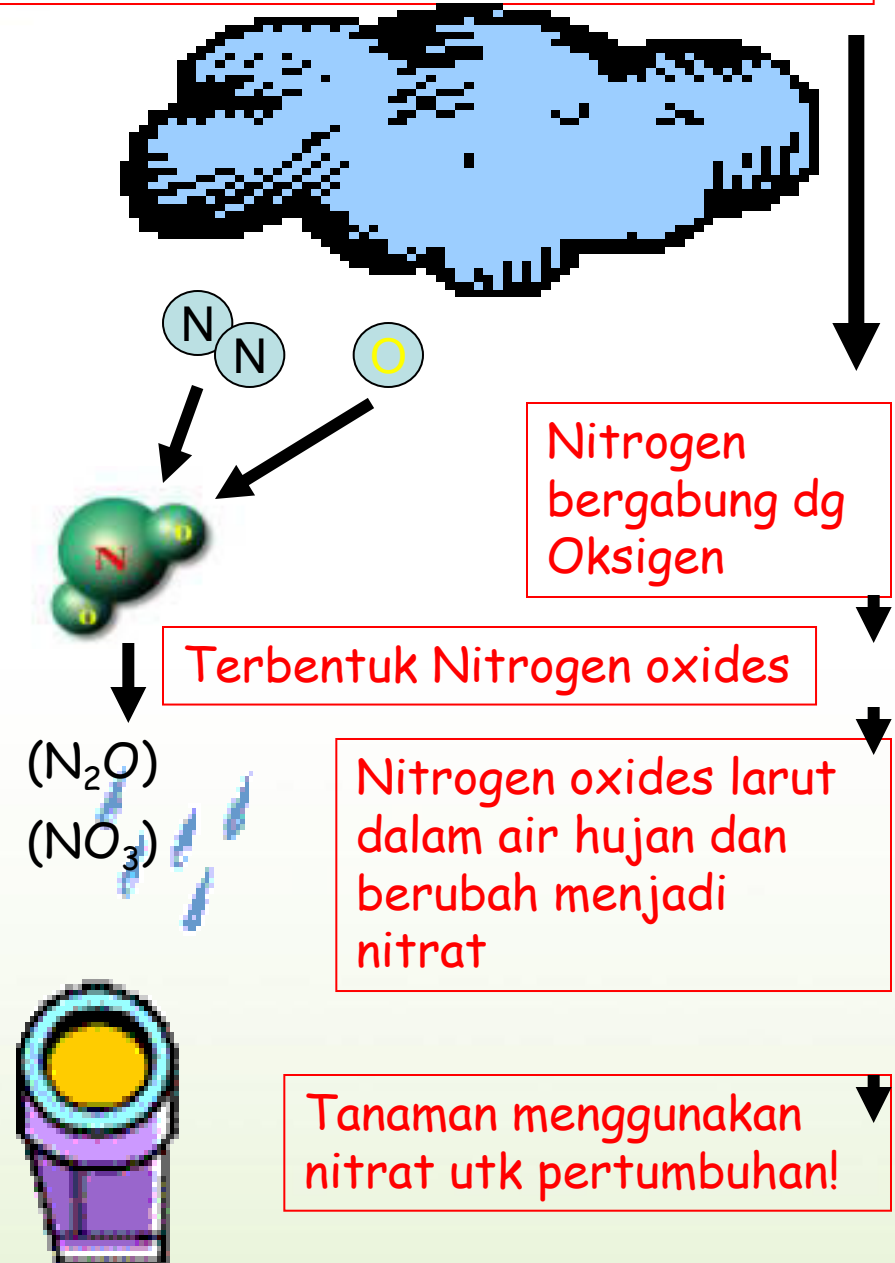
*kilat memisahkan molekul nitrogen* dan memungkinkan atom-atom nitrogen

berkombinasi/bergabung dengan oksigen membentuk *nitrogen oxides ( $N_2O$ )*.

Nitrogen oxides larut dalam air hujan, membentuk nitrat.

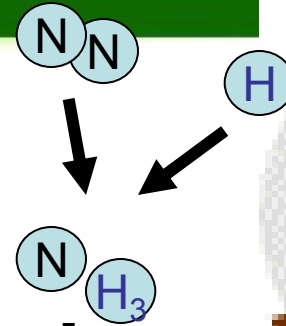
*Nitrat ( $NO_3$ )* terbawa ke tanah bersama air hujan.

## Kilat memfiksasi Nitrogen!



## Fiksasi Industrial

Dibawah tekanan yg sangat tinggi, pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$ , dan dengan menggunakan katalis, *nitrogen atmosfir* ( $\text{N}_2$ ) and *hidrogen* ( $\text{H}_2$ ) bergabung membentuk *amonia* ( $\text{NH}_3$ ). Amonia dapat digunakan sebagai *pupuk*.



*Pabrik Industrial  
menggabungkan nitrogen dan  
hidrogen*



*Amonia terbentuk*



*Amonia digunakan sebagai pupuk*



# Fiksasi Biologis

Ada dua tipe Bakteri Pemfiksasi Nitrogen



Bakteri yg hidup bebas  
(memfiksasi 30%  $N_2$ )

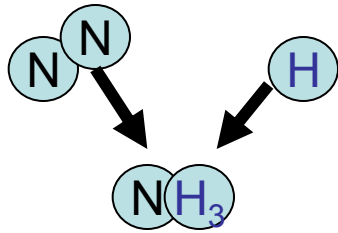


Bakteri Simbiotik  
("memfiksasi 70%  $N_2$ )

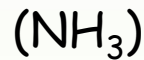
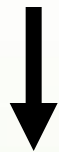


## Bakteri yg Hidup Bebas

Ada bakteri yg sangat spesifik yg hidup di tanah dan punya kemampuan untuk menggabungkan *nitrogen atmosfer* dengan *hidrogen* untuk membuat *amonia* ( $\text{NH}_3$ ).



Bakteri yg hidup bebas hidup di tanah dan menggabungkan nitrogen atmosfer dengan hidrogen



Nitrogen berubah menjadi amonia

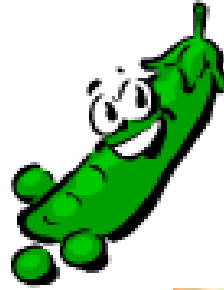
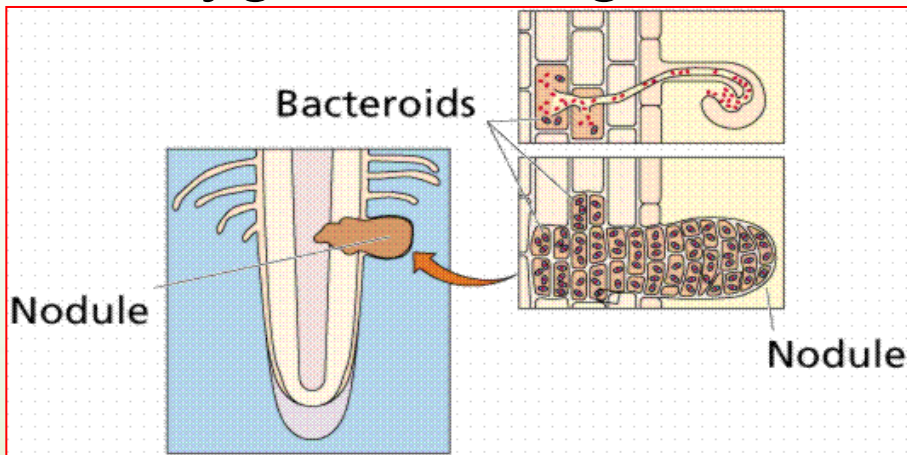


Bakteri

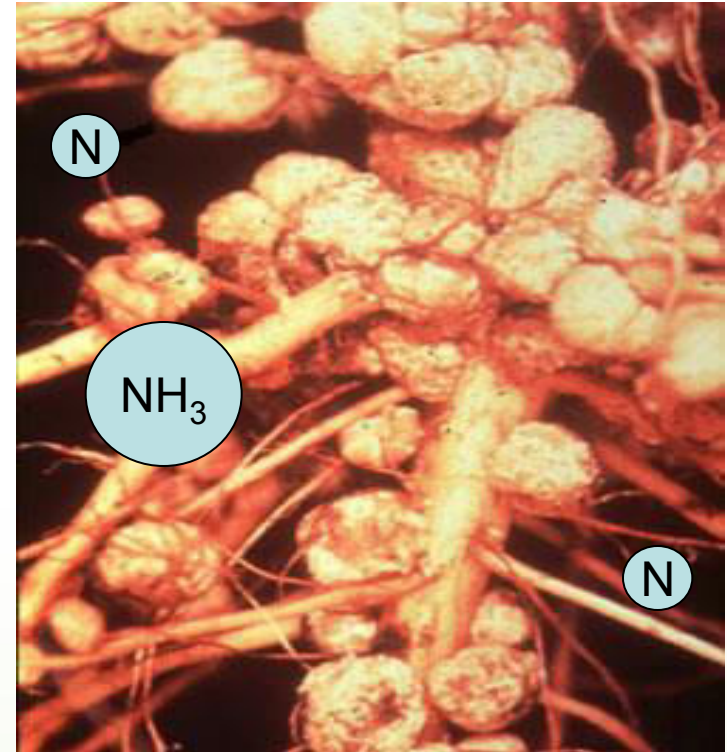


## Bakteri Simbiotik

Bakteri hidup dalam akar tanaman famili legum dan menyediakan tanaman dengan *amonia* ( $NH_3$ ) yg dipertukarkan dengan karbon dari tanaman dan juga tempat tinggal yg terlindung.



Tanaman Legum



*Akar dengan nodul dimana bakteri tinggal*

*Nitrogen dirubah menjadi amonia.*



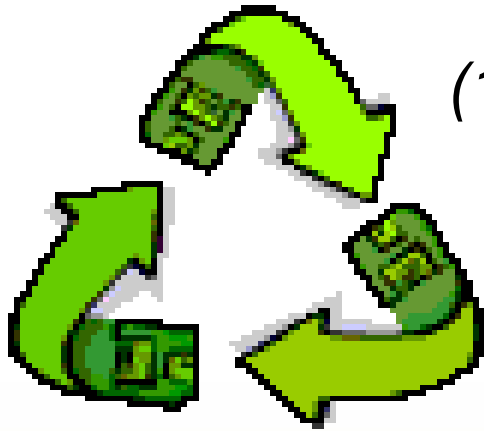
Kebanyakan *nitrogen atmosfir* ( $N_2$ ) difiksasi dan dirubah menjadi *amonia* ( $NH_3$ ). Amonia sangat toksik bagi banyak organisme.

*Apakah tanaman dapat menggunakan amonia?*





# Hanya sedikit tanaman saja yg mampu menggunakan **amonia** **$(NH_3)$ ...**



(1) *Fiksasi Nitrogen*

(2) *Amonifikasi*



...akan tetapi, untungnya pada  
proses kedua

***Amonifikasi*** dapat menolong!

# Apa yang dimaksud dengan *amonifikasi*?





Bakteri dekomposer memecah asam amino dari binatang yg mati dan sampah menjadi *nitrogen amonium*.



Bakteria dekomposer memecah asam amino menjadi amonium

# Mengapa *amonifikasi* penting?





Karena tanaman tidak dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk *organik yg ada di tanah yg merupakan hasil* dari:

- (1) Pembuangan/sampah (pupuk kadang dan kotoran)
- (2) pengomposan dan dekomposisi akar dan daun-daunan





# Bagaimana *amonifikasi* berlangsung?





Mikroorganisme merubah nitrogen organik menjadi amonium.

Amonium diambil oleh tanaman (terjadi hanya pada beberapa jenis tanaman saja) atau diabsorbsi kedalam partikel tanah.

*Amonium* ( $\text{NH}_4$ ) dalam tanah disimpan hingga akhirnya dirubah menjadi *nitrogen inorganik*, yaitu nitrogen yang oleh sebagian besar tanaman dapat digunakan.



Bacteria

Bakteri merubah nitrogen organik menjadi amonium ( $\text{NH}_4$ )



Amonium ( $\text{NH}_4$ ) dapat digunakan oleh beberapa tanaman

Amonium ( $\text{NH}_4$ ) disimpan dalam tanah.

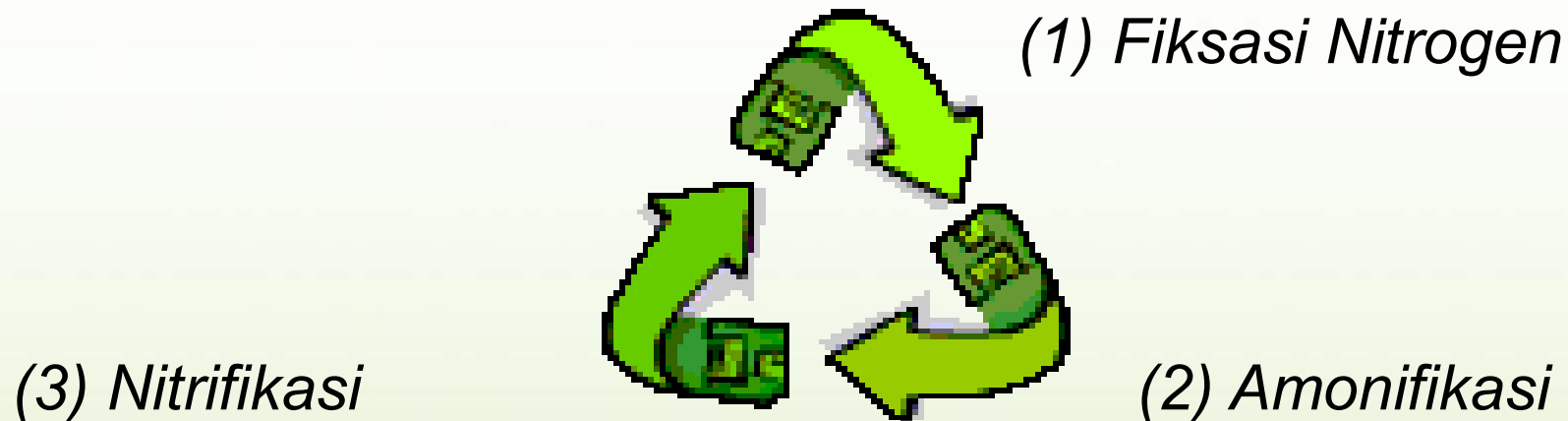


Apa yang terjadi dengan  
*amonium* ( $NH_4$ ) yang  
disimpan dalam tanah?





# Amonium akan berjalan melalui proses ketiga *dari siklus nitrogen yang disebut **Nitrifikasi!***





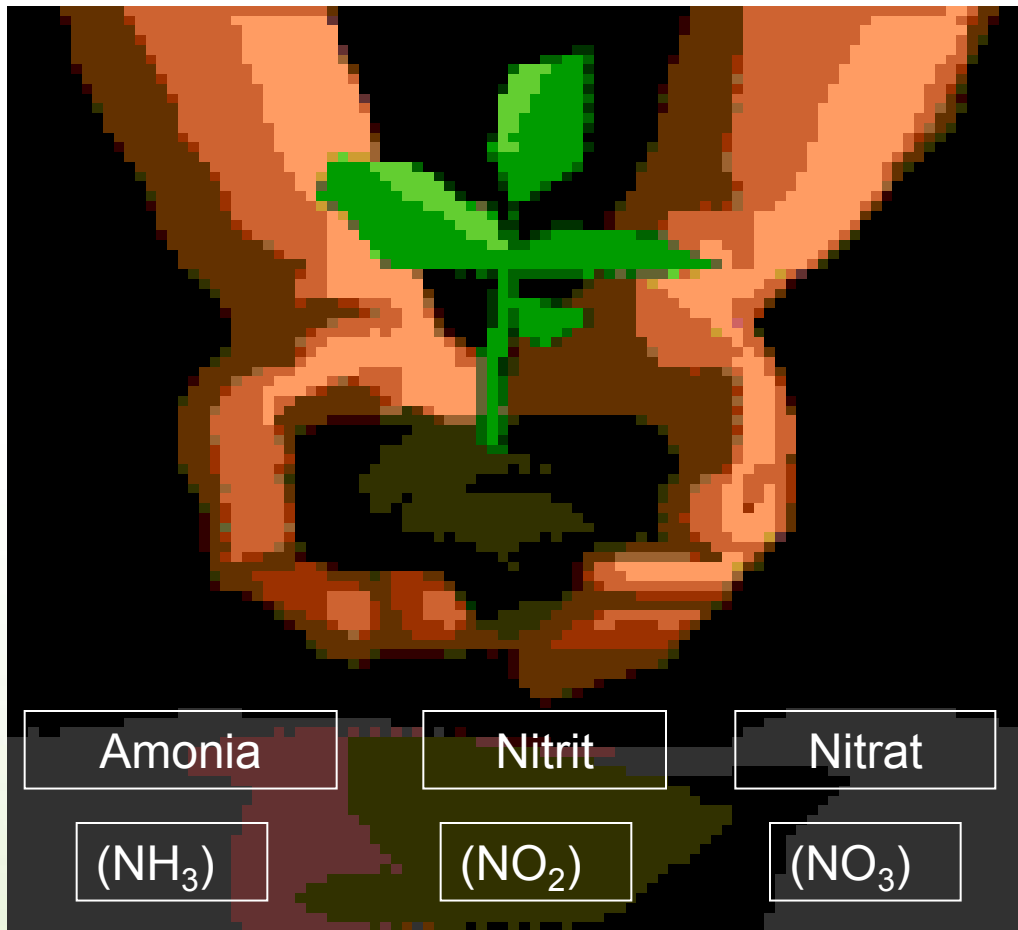
# Overview

## *Proses*

## *Nitrifikasi*



Bakteri nitrifikasi ditanah pada awalnya menggabungkan *amonia* dengan *oksigen* untuk membentuk *nitrit*. Kelompok bakteri lain dari baterin nitrifikasi merubah *nitrit* menjadi *nitrat* yang mana tanaman dapat mengabsorbsinya dan menggunakannya!



Bkteri nitrifikasi dalam tanah menggabungkan amonia dengan oksigen



Amonia berubah menjadi nitrit



Bakteri nitrifikasi dalam tanah merubah nitrit menjadi nitrat



Tanaman mengabsorbsi nitrat!





Lebih dekat  
lagi dengan  
*Proses*  
*Nitrification*



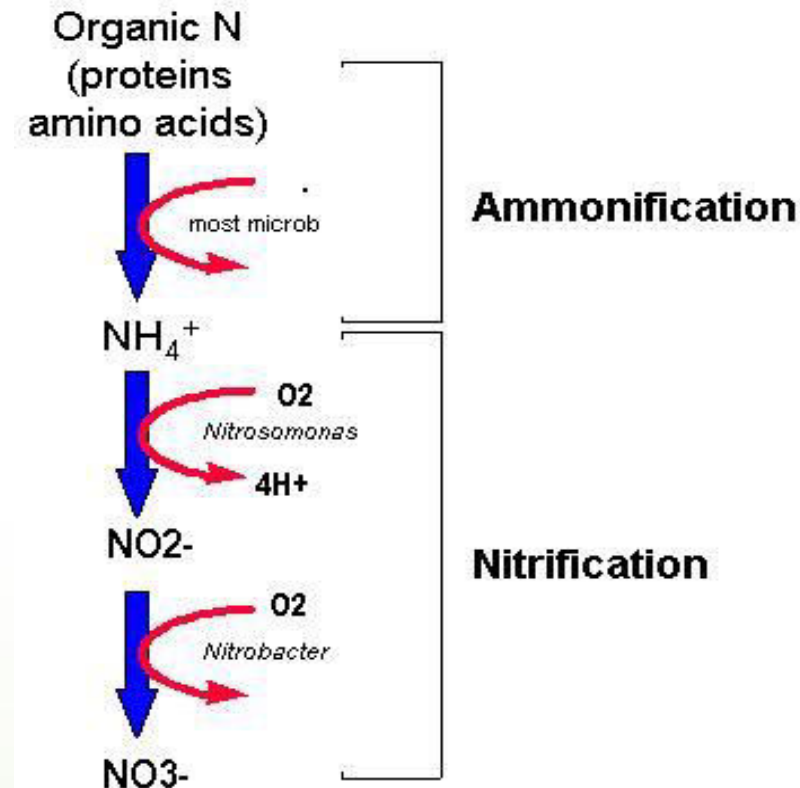
**Nitrifikasi** merupakan proses biologis dimana bakteri

nitrifikasi merubah amonia yang toksik menjadi nitrat. Nitrifikasi menolong proses dekomposisi bahan-bahan yang mengandung nitrogen dan dengan demikian akan meresiklus atom-atom nitrogen karena dekontaminasi nitrogen organik menghasilkan amonia yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat dalam proses nitrifikasi.

Ada dua bakteri yang terlibat.

***Nitrosomonas sp.*** Bakteri yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit, sedangkan bakteri *Nitrobacter* merubah **nitrit** menjadi nitrat. *Kedua species tersebut menggunakan energi yang dilepaskan dalam proses tersebut.*

Amonia dapat digunakan oleh beberapa tanaman. Kebanyakan nitrogen yang diambil oleh tanaman dirubah oleh bakteri kemoototropik dari amonia, yang sangat toksik bagi sebagian besar organisme, pertama menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), dan kemudian menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Proses ini disebut nitrifikasi, dan bakteri-bakteri tersebut dikenal dengan nama bakteri nitrifikasi.



Bakteri nitrifikasi (Nitrifiers) seperti *Arthrobacter* (heterotrof), *Aspergilli's* (heterotrof), dan *Nitrosomonas* (autotrof) merupakan organisme yang peka dan sangat rentan terhadap berbagai inhibitor. Mereka sangat lambat pertumbuhannya, tidak seperti kebanyakan bakteri yang dapat menggandakan jumlah dirinya dalam setiap jam. Agar dapat berkembang, bakteri nitrifikasi butuh lingkungan yang relatif bersih dengan suplai amonia dan oksigen yg cukup.

Nitrifikasi merupakan proses dua tahap

### 1. Tahap pertama: Oksidasi Amonium

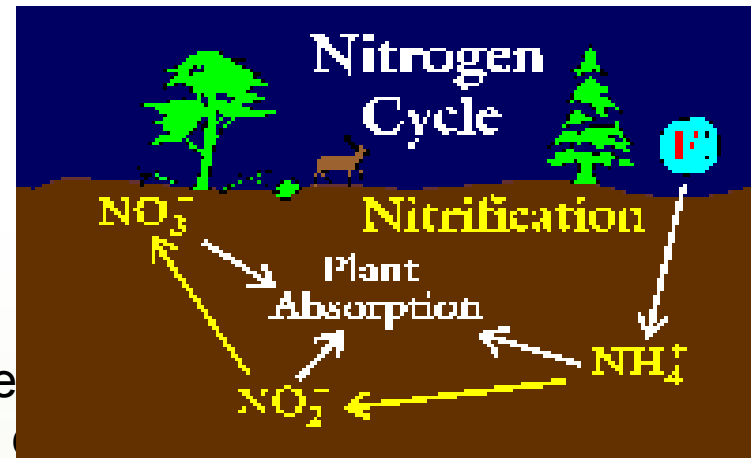
Mikroorganisme yang terlibat disebut *ammonia oxidizers*.

Nitrosomonas merupakan bakteri yg paling banyak dipelajari dan biasanya ada dalam jumlah banyak di tanah.. Nitrospira merupakan nitrifier akuatik.

- Nitrosomonas
- Nitrospira
- Nitrosococcus
- Nitrospirochaeta

#### *Bakteri Pengoksidasi Amonia:*

Organisme tersebut bersifat ke... dengan adanya amonia sebagai energi utama. Species ini terdistribusi pada berbagai tipe tanah, laut, lingkungan payau, sungai, danau , dan sistem pembuangan air limbah.



## 2. Tahap kedua: Oksidasi Nitrit

### Mikroorganisme yg terlibat: Nitrobacter

Bakteri ini These bacteria meliputi kelompok yang luas dari sel-sel rod, ellipsoidal, spherical, dan spiral-shaped. Setidaknya ada satu strain Nitrobacter yang mampu tumbuh dalam kondisi respirasi anaerob (denitrifikasi).

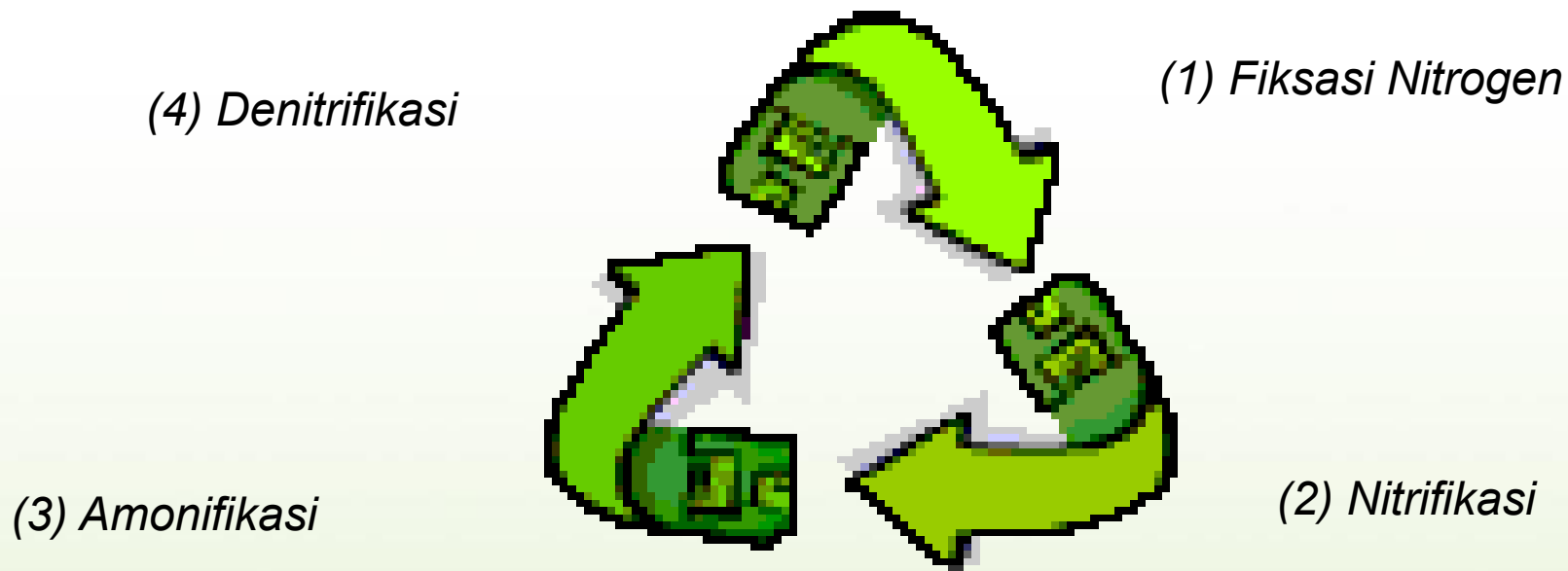
Bakteri pengoksidasi nitrit ditemukan dalam kondisi aerob, tetapi kadang-kadang juga dalam kondisi anaerob, di lingkungan dimana bahan organik dimineralisasi. Bakteri ini tersebar luas pada berbagai jenis tanah, air bersih, soils, fresh water, air payau, air laut, lapisan lumpur, sistem pembuangan limbah, dalam bebatuan bangunan bersejarah. Juga dapat ditemukan di batu bata yang lama dan permukaan beton seperti pada tower pendingin dan terowongan mobil.

# Bagaimana *nitrogen* memasuki ulang *atmosfir* dalam Siklus Nitrogen?





# Malalui process keempat yang disebut *denitrifikasi!*



# Bagaimana berlangsungnya *denitrifikasi*?





*Denitrifikasi* merubah *nitrate* ( $\text{NO}_3$ ) dalam tanah menjadi *nitrogen atmosferik* ( $\text{N}_2$ ) kembali ke atmosfer lagi.



Nitrogen di atmosfer( $\text{N}_2$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di tanah

# Bagaimana proses *denitrifikasi* berlangsung?



Nitrat di tanah

Bakteri denitrifikasi hidup di tanah yg dalam dan sedimen akuatik dimana pada kondisi itu sulit bagi mereka memperoleh oksigen.

Bakteri denitrifikasi menggunakan *nitrat* sebagai alternatif pengganti oksigen, membebaskan/melepaskan *gas nitrogen* sebagai produk sampingnya. Mereka menutup siklus nitrogen!



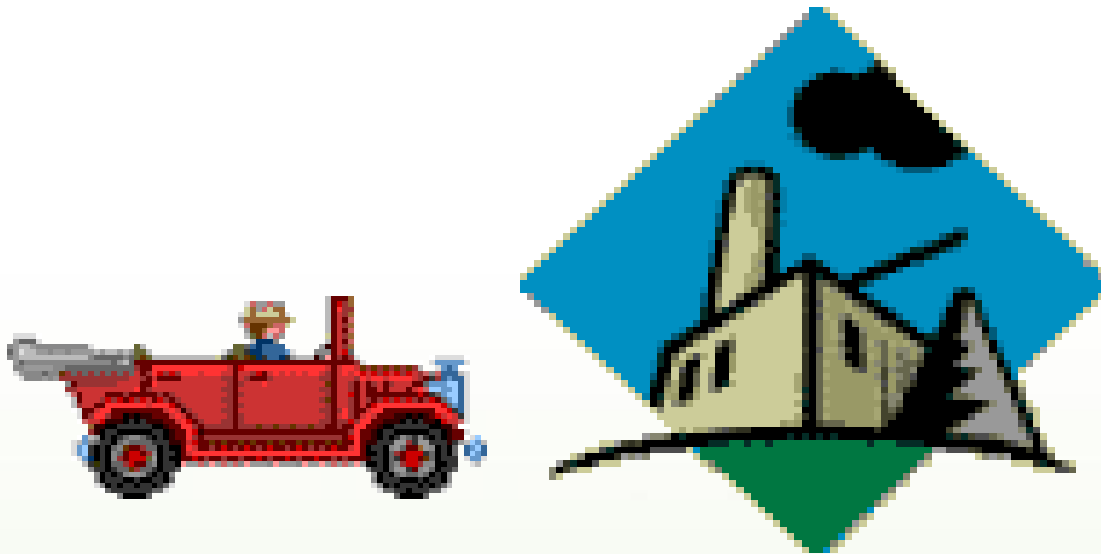
Nitrogen di atmosfer menutup siklus nitrogen!

$(N_2)$

$(NO_3)$

Bakteri denitrifikasi hidup di tanah dalam dan menggunakan nitrat sebagai alternatif pengganti oksigen membuat produk samping gas nitrogen.

# Cara lain nitrogen kembali ke atmosfir...

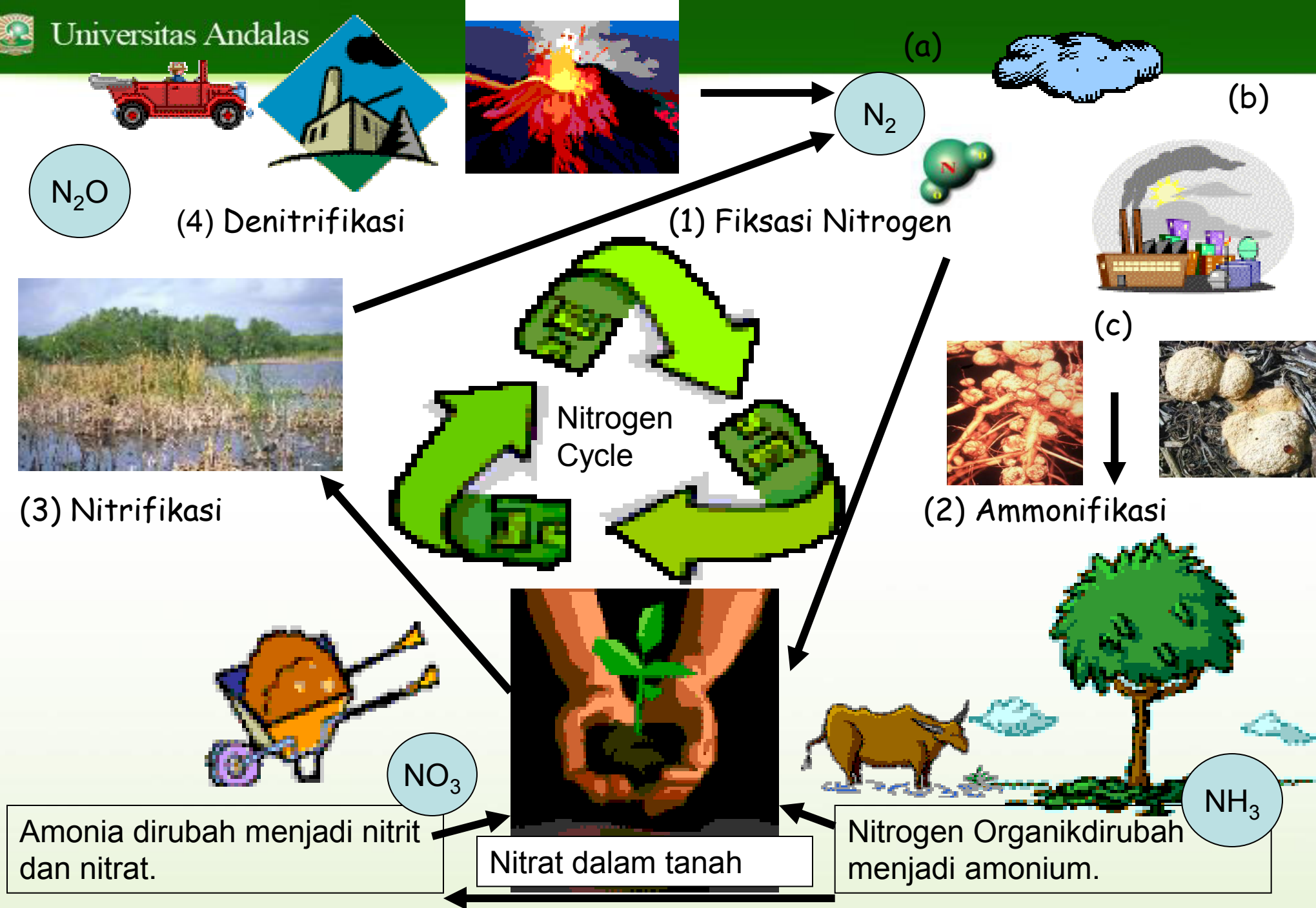


Emisi dari pembakaran industrial dan mesin combustion and mesin bensin menghasilkan gas nitrous oxides ( $N_2O$ ).



Ledakan gunung merapi mengeluarkan gas nitrous oxides ( $N_2O$ ).



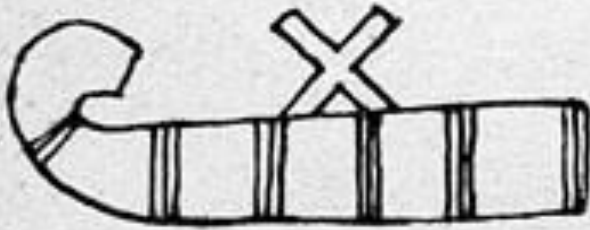


# HIDROPONIK

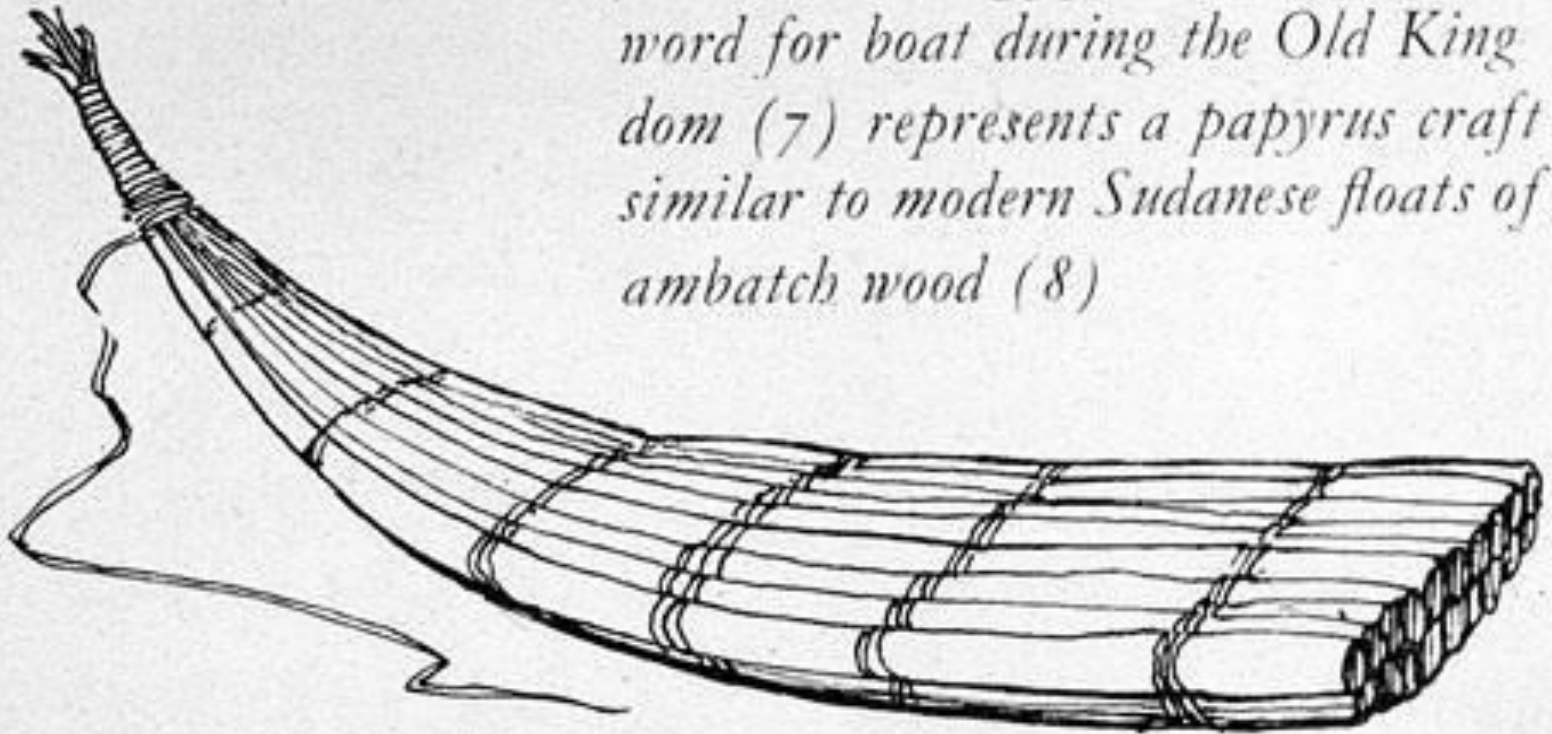
# Pengertian dan perkembangan hidroponik

- Bahasa Yunani hydro (air) dan ponos (mengerjakan) : cara budidaya tanaman dengan menggunakan medium air
- Perkembangan : cara budidaya tanaman dengan media bukan tanah
- Sejarah : telah berkembang secara sederhana sejak zaman Babilonia dengan taman gantung dan suku Aztek dengan rakit rumput

# Hidroponik di rakit papyrus



7, 8 A hieroglyphic sign used in a word for boat during the Old Kingdom (7) represents a papyrus craft similar to modern Sudanese floats of ambatch wood (8)



## Perkembangan hidroponik (lanjutan)

- 1600 an diketahui tanaman yang diairi dengan air berlumpur tumbuh lebih bagus dibanding air bening -> tanaman menyerap sesuatu dari air berlumpur -> nutrisi tanaman
- 1860 Sach 1861 Knop memperkenalkan susunan hara untuk tanaman -> nutrikultur
- 1925 Gericke Univ California memperkenalkan hidroponik di luar Laboratorium -> untuk tentara Amerika di samodra Pasifik

# Hidroponik untuk tentara Amerika di samodra Pasifik





**Saat ini berkembang di banyak negara**  
**1970an mulai untuk praktikum di UGM**  
**1980 mulai hidroponik komersial di**  
**Indonesia**  
**Yang akan datang di angkasa luar**

# Hidroponik dipasir pantai



# Hidroponik di kapal induk



# Hidroponik di angkasa luar

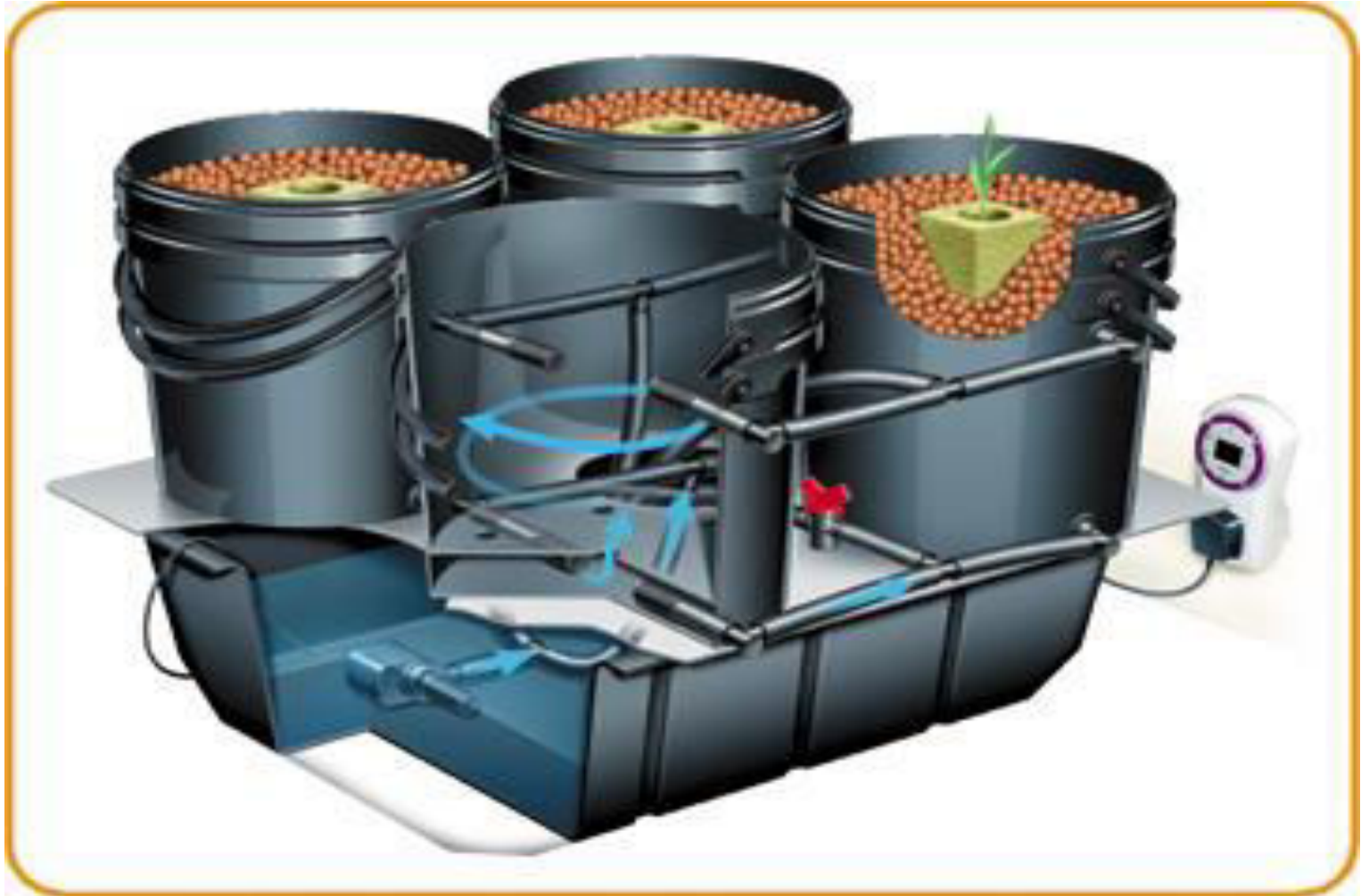


# Klasifikasi hidroponik

Terdapat bermacam-macam cara klasifikasi, salah satu diantaranya berdasar media :

1. Kultur air : flood and drain, NFT
2. Kultur agregat : bahan anorganik -> pasir, kerikil, rock wool, bahan organik (ada yg menolak) -> arang sekam, serbuk gergaji, sabut kelapa
3. Aeroponik : medium gas

# Hidroponik : genang-atu (flood and drain)

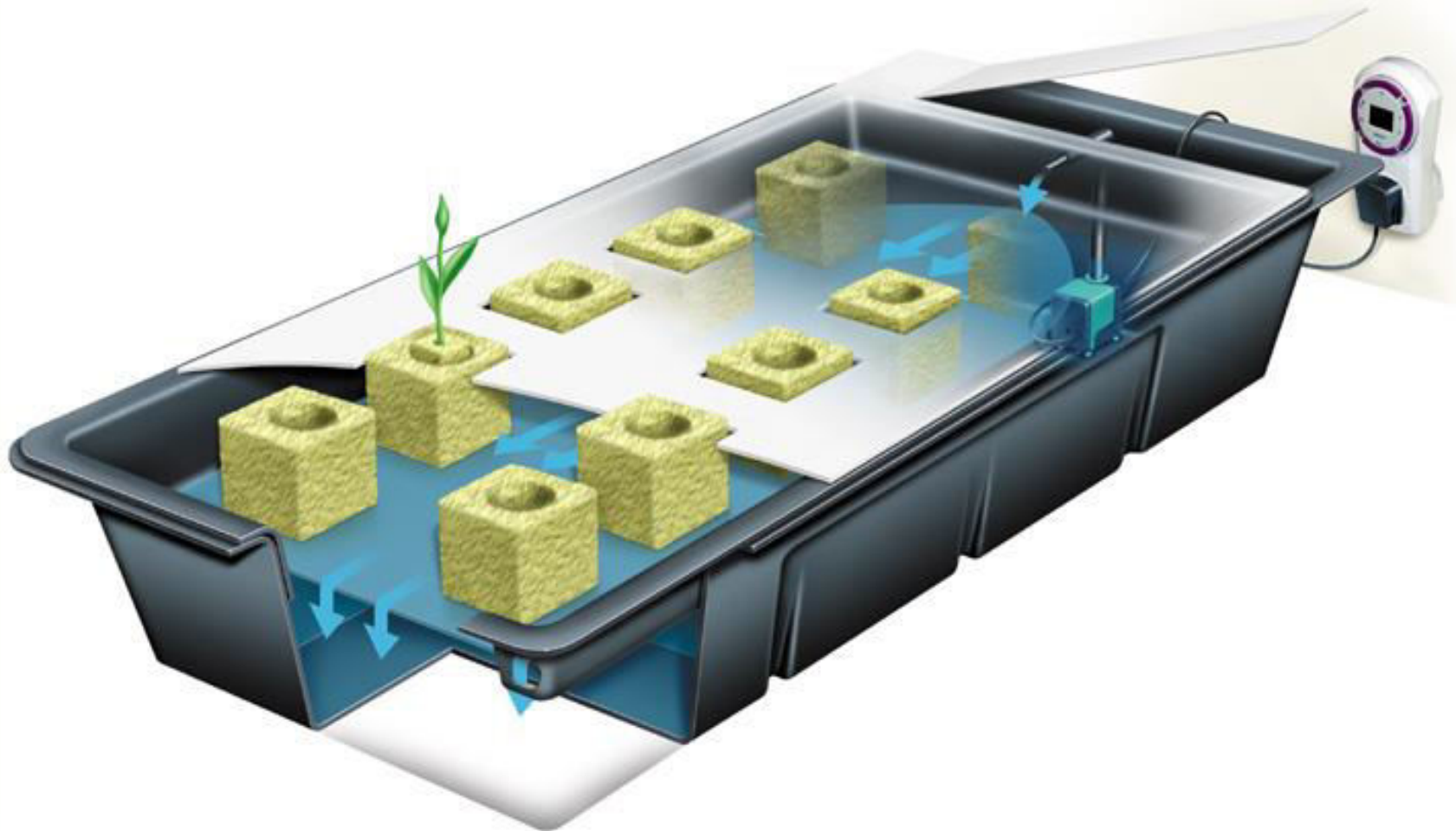




# Flood and Drain



# NFT



# NFT



# Aeroponik





# Aeroponik



# Alasan penerapan hidroponik

- Hasil dan kualitas tanaman lebih tinggi
- Lebih terbebas dari hama dan penyakit
- Penggunaan air dan pupuk lebih hemat
- Dapat untuk mengatasi masalah tanah
- Dapat untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan



# Nutrisi untuk Hidroponik

- Faktor tumbuh esensial : air, cahaya, nutrisi, CO<sub>2</sub>
- Nutrisi esensial : mutlak diperlukan tanaman
- Pembagian berdasarkan kebutuhan :
  1. Makro : kandungan besar (%) –  
diperlukan banyak (kg/ha) – N, P, K, Ca  
Mg, S.
  2. Mikro : kandungan kecil (ppm) –  
diperlukan sedikit (g/ha) – Fe, Mn, Zn,  
Cu, Co, B, Mo, Cl

- Budidaya tanah : dari tanah + pupuk
- Hidroponik : tambahan bahan yg mengandung nutrisi
- Sumber :
  1. Pupuk hidroponik
  2. Bahan kimia murni (pa), atau teknis
  3. Pupuk
  4. Pupuk daun

Tabel : Nutrisi senyawa makro Johnson

Senyawa	BM	Kons M	Kons g/l	vol ml/l
KNO <sub>3</sub>	101	1	101	6
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	236	1	236	4
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115	1	115	2
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	246	1	246	1

Tabel : Nutrisi senyawa mikro Johnson

Senyawa	BM	Kons mM	Kons g/l	vol ml/l
KCl	74	50	3,728	1
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	62	25	1,546	
MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	169	2	0,338	
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	287	2	0,575	
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	250	0,5	0,125	
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	162	0,5	0,081	
Fe EDTA	346	20	6,922	1

Tabel. Perbandingan Kandungan Nutrisi (ppm)

Unsur	Hglnd	Sunm	Min	Mak	Hidr	Pif	Compl	Grest
-----								
N	252	140	300	61	220	240		
P	62	31	80	91	80	140		
K	237	160	300	55	120	100		
Ca	160	100	400	19	-	-		
Mg	24	24	75	22	+	+		
S	32	32	400	10	-	+		
Fe	1,12	0,75	5	+	22	+		
B	0,27	0,06	1	8,8	0,4	0,4		
Mn	0,11	0,11	2	16,4	2	2		
Zn	0,13	0,04	0,68					
Cu	0,03	0,02	0,75					
Mo	0,05	0,001	0,04					

# Pupuk hidroponik







### Tensio cocktail

Obsah:  
Tensioaktivní směs 40-50% (1-2% NaOH, 1-2%  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 1-2% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)  
10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 10% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Průmysl pro zpracování a výrobu celulózy a papíru a  
pro chemii, textilní a potravinářské odvětví

Obal a hmotnost: 10 kg nebo 1 kg nebo 500 g

Barva a hustota: bílá, hustota 1,2-1,3 g/cm<sup>3</sup>  
1-2% NaOH, 1-2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Hmotnost obsahu: 15 g



### Siran hořečnatý heptahydrát, p.a. Magnesium sulfate 7 hydrate MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O

Obsah:

Obsah: 100% MgSO<sub>4</sub> heptahydrát (100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O)  
100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O  
100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 100% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O

Průmysl pro zpracování a výrobu celulózy a papíru a  
pro chemii, textilní a potravinářské odvětví

Obal a hmotnost: 10 kg nebo 1 kg nebo 500 g

Barva a hustota: bílá, hustota 1,2-1,3 g/cm<sup>3</sup>  
1-2% NaOH, 1-2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Hmotnost obsahu: 33 g



### Siran draselný, čistý Potassium sulfate pure K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Průmysl pro zpracování a výrobu celulózy a papíru a  
pro chemii, textilní a potravinářské odvětví

Obal a hmotnost: 10 kg nebo 1 kg nebo 500 g

Barva a hustota: bílá, hustota 1,2-1,3 g/cm<sup>3</sup>  
1-2% NaOH, 1-2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Hmotnost obsahu: 14 g



### Dusičnan draselný 99% Potassium nitrate 99% KNO<sub>3</sub>

Obsah:

Obsah: 100% KNO<sub>3</sub> (100% KNO<sub>3</sub>)  
100% KNO<sub>3</sub>, 100% KNO<sub>3</sub>, 100% KNO<sub>3</sub>, 100% KNO<sub>3</sub>

Průmysl pro zpracování a výrobu celulózy a papíru a  
pro chemii, textilní a potravinářské odvětví

Obal a hmotnost: 10 kg nebo 1 kg nebo 500 g

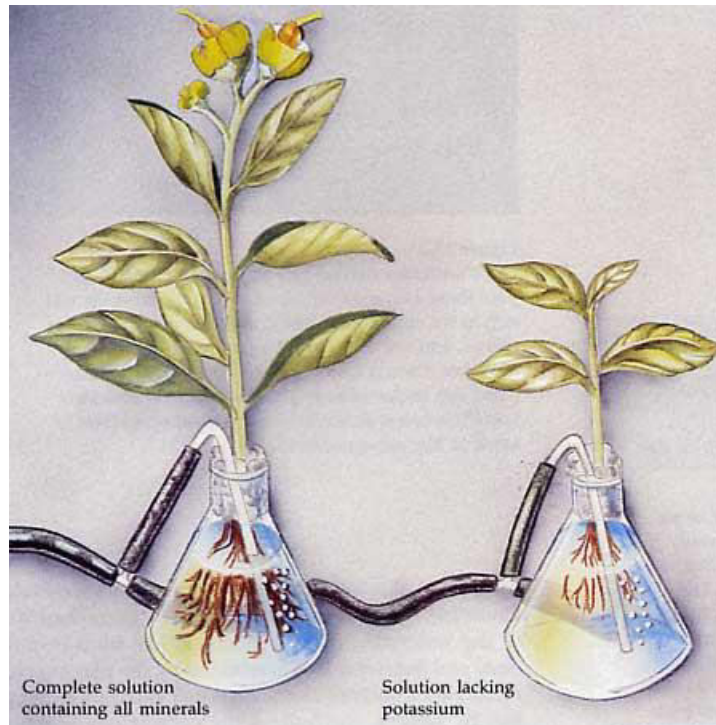
Barva a hustota: bílá, hustota 1,2-1,3 g/cm<sup>3</sup>  
1-2% NaOH, 1-2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1-2% Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Hmotnost obsahu: 6 g





















# Rock wool untuk pembibitan





# Rock wool untuk penanaman





# Kandungan Unsur dalam Pupuk

- Za : N = 20,5%; S = 23,4%
- Urea : N = 46%
- TSP :  $P_2O_5$  = 46%; Ca = 12%
- SP 36 :  $P_2O_5$  = 36%
- K Cl :  $K_2O$  = 60%
- ZK :
- Dolomit : CaO = 30%; MgO = 20%
- Metalik : mikro

## Hasil Pak Choi dengan pupuk daun 2ml/l Complezal (kg/tanaman)

<b>Media</b>	<b>Selang Pemupukan (hari sekali)</b>			<b>Rerata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>Pasir</b>	<b>2,76 cd</b>	<b>4,19 de</b>	<b>5,20 e</b>	<b>4,05</b>
<b>Sekam</b>	<b>2,52 bc</b>	<b>1,33 a</b>	<b>0,93 a</b>	<b>1,59</b>
<b>Arang Sekam</b>	<b>1,77 ab</b>	<b>2,28 b</b>	<b>1,57 a</b>	<b>1,87</b>
<b>Serbuk Gergaji</b>	<b>0,24 a</b>	<b>0,20 a</b>	<b>0,28 a</b>	<b>0,24</b>

**Rahmawati UST, 1996**

## Hasil Pak Choi pada Arang Sekam

<b>Knsentrasi Urin Sapi (%)</b>	<b>Konsentrasi Gandasil D (%)</b>			<b>Rerata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>0</b>	<b>10,84 g</b>	<b>23,14 fg</b>	<b>17,87 fg</b>	<b>17,28</b>
<b>5</b>	<b>30,51 defg</b>	<b>23,94 fg</b>	<b>48,84 bcd</b>	<b>34,43</b>
<b>10</b>	<b>45,63 bcde</b>	<b>76,44 a</b>	<b>62,30 ab</b>	<b>61,46</b>
<b>15</b>	<b>27,85 efg</b>	<b>56,62 bc</b>	<b>39,33 cdef</b>	<b>41,27</b>

**Gunawan Wangsa Manggala 2004**

## Hasil Ketimun Jepang pada Arang Sekam (kg/tanaman)

Macam Pupuk	Konsentrasi (% Rekomendasi)				Rerata
	50	100	150	200	
<b>AVRDC</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,00</b>
<b>Johnson</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,48 e</b>	<b>0,86 c</b>	<b>0,99 b</b>	<b>0,55</b>
<b>Khusus Ktmn</b>	<b>0,00 f</b>	<b>0,59 d</b>	<b>0,53 d</b>	<b>1,88 a</b>	<b>0,75</b>
<b>Rerata</b>	<b>0,00</b>	<b>0,36</b>	<b>0,46</b>	<b>0,96</b>	

**Tini Goh UGM 2002**

## Hasil Kangkung di lahan pasir pantai (t/ha)

<b>Tkrn Urea (Kg/ha)</b>	<b>Frekuensi (kali)</b>				<b>Rerata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>40</b>	<b>3,44 g</b>	<b>4,46 fg</b>	<b>5,35 efg</b>	<b>5,58 efg</b>	<b>4,71</b>
<b>80</b>	<b>4,04 fg</b>	<b>5,25 efg</b>	<b>6,18 def</b>	<b>8,42 bcd</b>	<b>5,97</b>
<b>120</b>	<b>4,36 fg</b>	<b>6,05 def</b>	<b>11,26 a</b>	<b>9,14 abc</b>	<b>7,70</b>
<b>180</b>	<b>4,70 fg</b>	<b>7,69 cde</b>	<b>9,73 abc</b>	<b>10,55 ab</b>	<b>8,17</b>
<b>Rerata</b>	<b>4,13</b>	<b>5,86</b>	<b>8,13</b>	<b>8,42</b>	

**Titin Rohayati UGM 2004, SP36, K Cl, Dolomit : 100 kg/ha, PPC  
1 ml/l – 1l/m<sup>2</sup>/minggu**



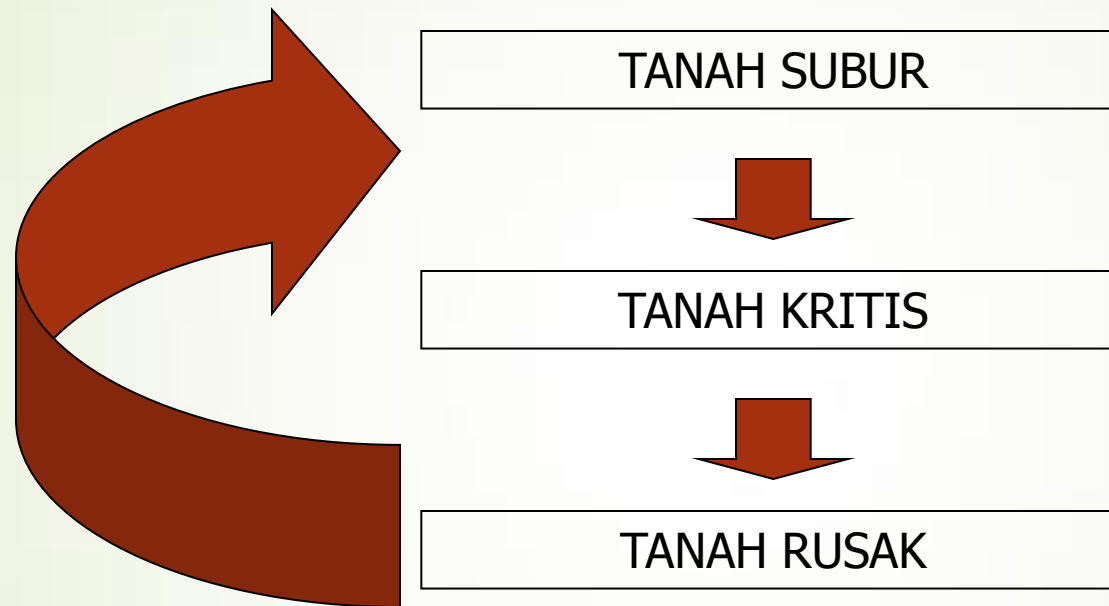
# **STRATEGI PENGELOLAAN KEBERLANJUTAN KESUBURAN PADA LAHAN SUB OPTIMAL**





# KERUSAKAN TANAH

## DIAGRAM ALIR TANAH RUSAK






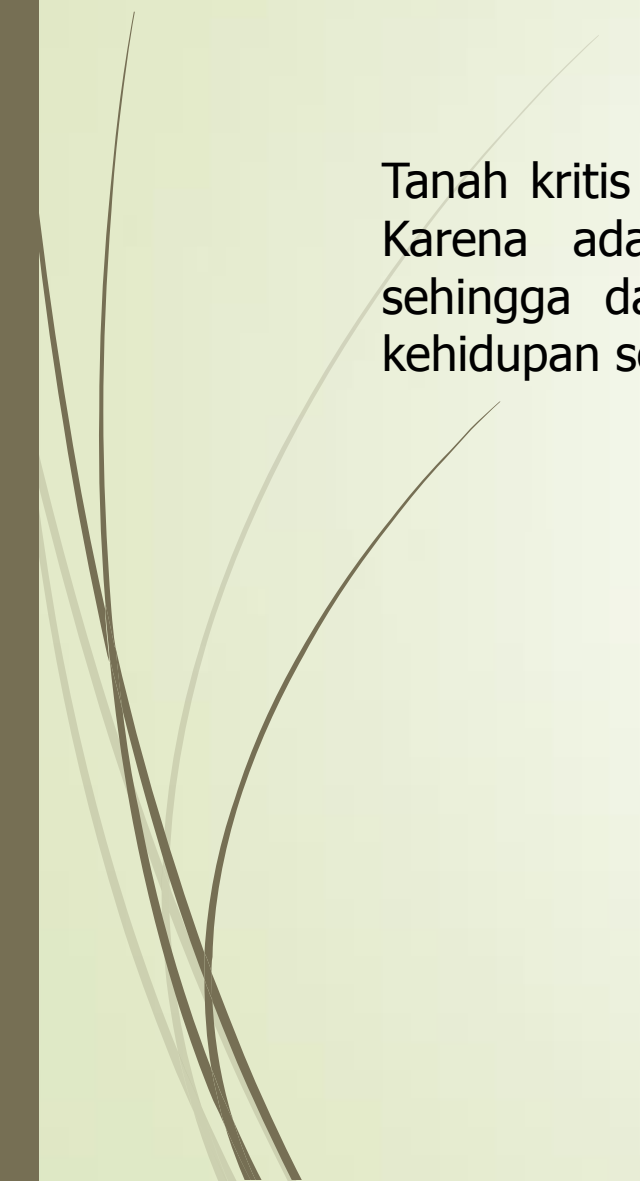
## TANAH KRITIS

ADALAH TANAH YANG TELAH MENGALAMI KERUSAKAN DAN KEHILANGAN FUNGSI HIDRO-OROLOGIS DAN FUNGSI EKONOMI.

DENGAN PERKATAAN LAIN TANAH TERSEBUT TIDAK MAMPU MENGATUR PERSEDIAN AIR SERTA TIDAK MAMPU BERPRODUKSI.



Tanah kritis adalah tanah yang mengalami kerusakan baik fisik, kimia maupun biologinya. Karena adanya ketidaksesuaian antara penggunaan dengan kemampuan tanahnya, sehingga dapat membahayakan fungsi hidrologi, produksi, pertanian, pemukiman dan kehidupan sosial ekonomi.





## TANAH RUSAK


ADALAH TANAH YANG TIDAK BERFUNGSI SESUAI NILAI LINGKUNGAN FISIK & PENGGUNAANNYA.

### INDIKATOR :

- PENURUNAN PRODUKTIVITAS TANAH
- KEHILANGAN UNSUR HARA YANG DIPERLUKAN TANAMAN
- KUALITAS TANAMAN MENURUN
- LAJU INFILTRASI & KEMAMPUAN TANAH MENAHAN AIR BERKURANG



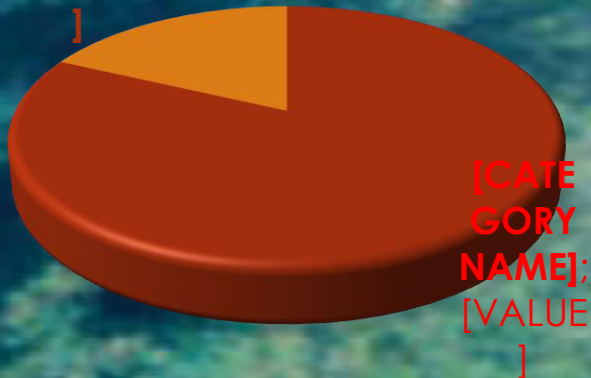
## Lanjutan INDIKATOR TANAH RUSAK

- STRUKTUR TANAH MENJADI RUSAK
  - LEBIH BANYAK TENAGA DIPERLUKAN UNTUK MENGOLAH TANAH
  - EROSI GULLY DAN TEBING (LONGSOR) MENYEBABKAN LAHAN TERBAGI-BAGI & MENGURANGI LUAS LAHAN YANG DAPAT DITANAMI
  - PENDAPATAN PETANI BERKURANG
- 



# LATAR BELAKANG PERMASALAHAN

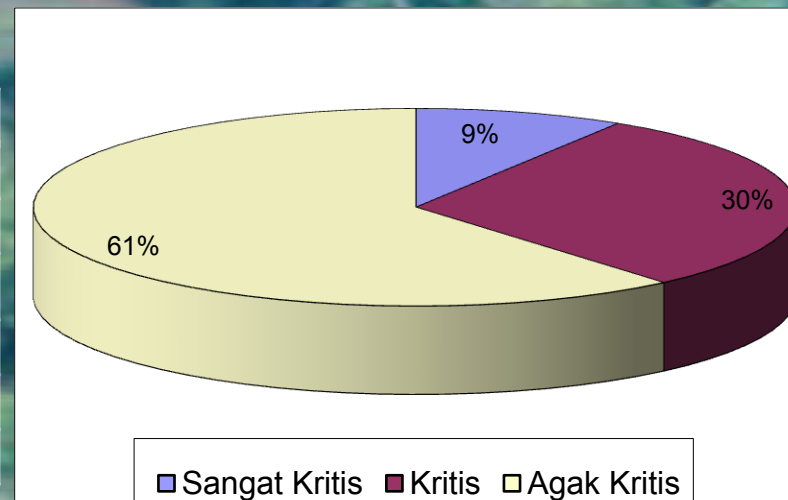
## LAHAN PERTANIAN DI INDONESIA



Jenis	Luas (juta ha)
Lahan Kering	148,0
Lahan Gambut	14,9
Lahan Rawa	33,4
Lahan Kritis	82,2
Lahan Pasir	1,1
Lahan Kering Masam	127,3

**KESUBURAN TANAH =**

**PEMBATAS PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS**

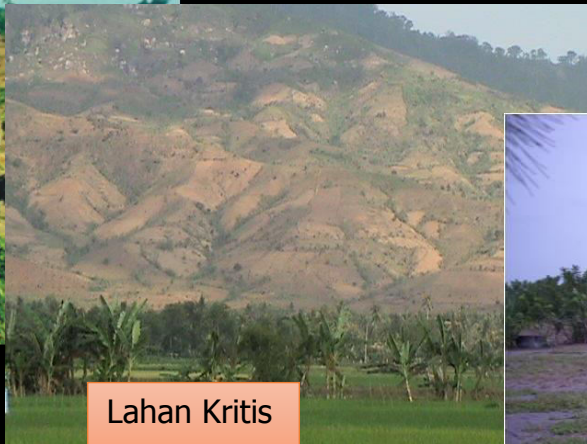


# LAHAN SUB OPTIMAL

lahan yang telah mengalami degradasi yang mempunyai kesuburan yang rendah dan tidak mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Balittanah, 2016).



Lahan Kering



Lahan Kritis



Lahan Pasir Pesisir



Lahan Gambut



Lahan Rawa



# LAHAN KERING

- ✓ Erosi, karena lahan kering pada umumnya memiliki kemiringan lereng lebih dari 30%,
- ✓ pH masam, khususnya pada lahan dengan tanah podzolik merah kuning (ultisols),
- ✓ KTK dan kadar unsur hara yang rendah,
- ✓ Struktur tanah tidak stabil, mudah tererosi,
- ✓ Daya simpan air tanah rendah .
- ✓ Defisiensi unsur N, P, K, Ca dan Mg
- ✓ Fiksasi P dan anion lain kuat.





# LAHAN KERING MASAM

- ✓ pH rendah
- ✓ Kejenuhan Al , Fe dan Mn tinggi
- ✓ Daya jerap terhadap fosfat kuat, sebagian besar fosfat dalam keadaan tersemat oleh Al dan Fe, tidak tersedia bagi tanaman maupun biota tanah.
- ✓ Kejenuhan basa rendah ; kadar Cu rendah dalam tanah yang berasal dari bahan induk masam (feksil) atau batuan pasir, Zn cukup namun tereluviasi.
- ✓ Kadar bahan organik rendah dan kadar N rendah
- ✓ Daya simpan air terbatas
- ✓ Kedalaman efektif terbatas
- ✓ Derajat agregasi rendah dan kemantapan agregat lemah
- ✓ Peka erosi



# LAHAN PASIR PANTAI

- ✓ Tekstur pasir (fraksi pasir lebih dari 90%)
- ✓ Unsur hara belum tersedia (mineral primer)
- ✓ Struktur tanah berbutir tunggal
- ✓ Infiltrasi dan perkolasi cepat
- ✓ Konsistensi lepas-lepas
- ✓ Daya simpan lengasnya rendah

✓ Evaporasi tinggi dan tiupan angin laut kencang





# LAHAN GAMBUT

- ✓ BV yang rendah, maka daya tumpu (*bearing capacity*) tanah gambut juga rendah.
- ✓ Porositas total tanah gambut relatif tinggi, umumnya dalam kisaran 70-95%, tanah mudah turun (*subsidence*).

- ✓ Gambut akan berubah sifat menjadi hidrofobic (menolak air) jika terlalu kering (*irreversible drying*) dan mudah terbakar.
- ✓ pH yang rendah, yang berkisar antara 3,0 dan 4,5 yang cenderung menurun
- ✓ Nisbah C/N relatif tinggi, umumnya dalam kisaran 20-45 dan cenderung meningkat.



# LAHAN RAWA PASANG SURUT

- ✓ pH tanah masam yang menyebabkan adanya keracunan Fe dan Al,
- ✓ Adanya lapisan Pirit (jika teroksidasi kemasaman tanah semakin tinggi)
- ✓ Lapisan gambut yang tebal dan belum matang.
- ✓ Sebagian salinitas tinggi



# STRATEGI PENGELOLAAN KESUBURAN BERKELANJUTAN

Penyebab kurang/tidak subur LSO beragam

Pengelolaan Lahan Spesifik Lokasi berbasis Agroekosistem lokal

- (a) usaha tani konservasi terpadu
- (b) pengelolaan pertanian terpadu
- (c) pengelolaan hara terpadu,
- (d) pertanian organik
- (e) bioteknologi tanah





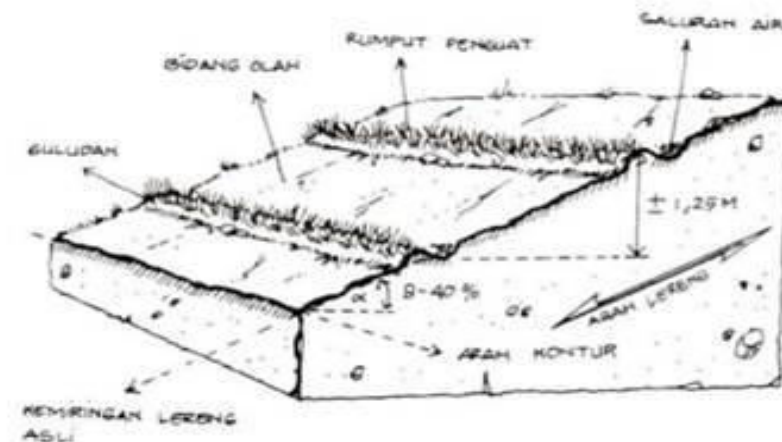
# PENGELOLAAN TANAH SPESIFIK LOKASI

Ditujukan untuk:

- (a) meningkatkan produktivitas lahan;
- (b) meningkatkan konservasi tanah dan air; dan
- (c) mendorong terjadinya pergeseran dari tanaman berkualitas rendah menuju alternatif komoditi yang berkualitas tinggi dan meningkatkan pendapatan petani; serta
- (d) teknologi baru itu harus efektif, lestari dan diterima oleh masyarakat



**Kondisi eksisting lahan sasaran**



**Teras gulud**

# Pengelolaan Lahan Pasir

1. **Penggunaan Mulsa:** untuk mengurangi kehilangan air dari tanah.
2. **Pemberian bahan organik.** Kebutuhan BO pada lahan pasiran lebih banyak dari lahan konvensional yaitu sekitar 15 - 20 ton.
3. **Penggunaan bahan-bahan halus/klei.** Penggunaan bahan halus bertujuan untuk meningkatkan jumlah koloid dalam tanah (tanah klei, abu vulkan, endapan saluran, sungai, kolam dan waduk).





4. **Penggunaan Lapisan Kedap** untuk menghalangi infiltrasi air, sehingga air lebih lama tertahan dalam tanah pasir pantai → lembaran plastik, aspal, bitumen, lempung, pemampatan, semen.

5. **Penggunaan Pemecah Angin** untuk mengurangi kecepatan angin dalam pertanaman lahan pasir: Pemecah angin sementara (anyaman daun tebu atau kelapa, kasa nilon dan lembaran plastik) & Pemecah angin permanent (tumbuhan tahunan yang umurnya panjang dan dapat diatur pertumbuhannya: Accasia, Glerecidae, sengon, lamtoro, bunga turi, cemara laut dan pandan)



WIND



DIRECTION



## 6. Penggunaan Pembenh Tanah

Tujuannya adalah

- Memperbaiki agregat tanah,
- Meningkatkan kapasitas tanah menahan air (*water holding capacity*),
- Meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah dan
- Memperbaiki ketersediaan unsur hara tertentu.



Syarat Pembenh tanah memprioritaskan pada bahan yang:

- murah,
- bersifat insitu, dan
- terbarukan (bahan berklei dan atau bahan organik)



## 7. Penerapan sistem lorong (*alley cropping*).

8. Hidrologi dan Irigasi. Irigasi dilahan pantai selama ini dilakukan dengan cara penyiraman dan penggunaan sumur renteng (penggunaan air tawar harus diperhatikan agar tdk terjadi intrusi air laut)

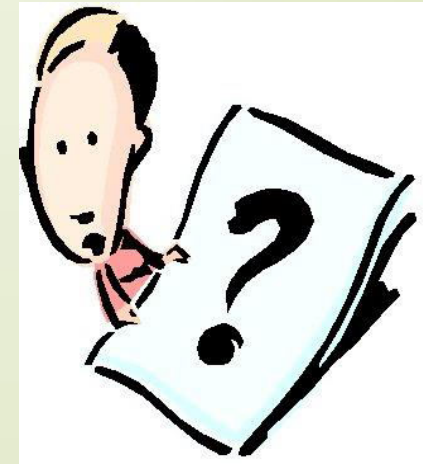


Penggunaan Sumur Renteng dalam Irigasi lahan pasir

# Perbaikan sifat gambut

Sifat gambut dapat diperbaiki dengan beberapa cara:

1. Menambah abu (dari sekam, serbuk gergaji) den3-5 ton per hektar dalam larikan.
2. Menambah tanah klei 3-5 ton per hektar.
3. Mencampur lapisan gambut dengan lapisan tanah mineral yang ada di bawahnya.





# BAHAYA KANDUNGAN PIRIT

Lapisan tanah Gambut yang mengandung pirit lebih dari 0.75% disebut sebagai lapisan Pirit tanda-tanda adanya pirit sebagai berikut:

- Lahan dipenuhi dengan tumbuhan purun tikus (*Eleocharis dulcis*)
- Di tanggul saluran terdapat bongkah-bongkah tanah berwarna



# PEMANFAATAN TANAH GAMBUT UNTUK PERTANIAN

- ❑ Kegiatan awal adalah pembangunan saluran drainase untuk pengatusan air agar tanah memiliki kondisi rhizosphere yang sesuai bagi tanaman.
- ❑ Pengelolaan air harus disesuaikan dengan kebutuhan perakaran tanaman.
- ❑ Kedalaman permukaan air tanah pada parit kebun diusahakan agar tidak terlalu jauh dari akar tanaman, jika permukaan air terlalu dalam maka oksidasi berlebih akan mempercepat perombakan gambut, sehingga gambut cepat mengalami subsiden.





# PERSAWAHAN PADA LAHAN GAMBUT





## **Sayur Organik di Lahan Gambut Kota Pontianak**





Puluhan buah melon dengan berat rata-rata 1.5 Kg per buah berhasil di panen masyarakat Desa Sering, Kabupaten Pelalawan RIAU



Tanaman  
Sorghun di  
tanah gambut



- ❑ Luas lahan basah di Indonesia adalah sekitar 30,3 – 34,3 juta ha.



- ❑ Ada sejumlah 1.616 lokasi lahan basah dengan luas keseluruhan 1.455.000 km<sup>2</sup> dimasukkan ke dalam Daftar Ramsar Lahan Basah Penting bagi Dunia.



# ASPEK PENGELOLAAN

Dalam pengelolaan lahan basah,  
diperlukan langkah-langkah:

1. Penyiapan/perbaiki sistem irigasi  
- drainase,
2. Ameliorasi tanah untuk mengatasi  
pH, Eh (potensial Redoks), dan EC  
ekstrem,
3. Penerapan sistem pertanian terpadu  
(tanaman, ternak, ikan),

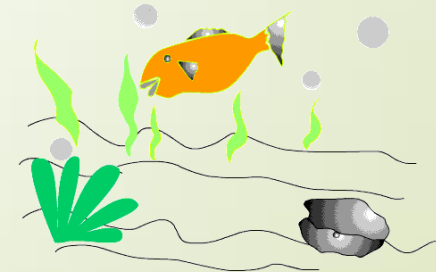


4. Untuk lahan pasang surut harus memperhatikan keberadaan dan kedalaman Pirit.

5. Mempertahankan jenis-jenis (varietas) tanaman, ikan, ternak unggul lokal, dan



6. Mempertimbangkan pengembangan sistem pertanian tradisional spesifik lokasi yang menunjukkan sistem berkelanjutan melalui masukan teknologi.





# PENUTUP

1. Lahan sub optimal memiliki potensi yang sangat besar dalam mencapai pemenuhan kebutuhan dan ketahanan pangan di Indonesia.
2. Faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya kesuburan lahan sub optimal beragam, sehingga untuk peningkatan kesuburan dan produktivitas tanah lahan sub optimal secara berkelanjutan perlu menerapkan strategi pengelolaan lahan spesifik lokasi dengan pendekatan agroekosistem
3. Kegiatan pengelolaan lahan yang sesuai untuk lahan sub optimal: usaha tani konservasi terpadu, pengelolaan pertanian terpadu, pengelolaan hara terpadu, pertanian organik, serta pengembangan bioteknologi tanah dan benih varietas tanaman yang adaptif terhadap kondisi lahan sub optimal
4. Diversifikasi pangan berbasis unggulan dan kearifan lokal perlu dikembangkan dan disinergikan dengan kebijakan pembangunan pertanian nasional.





TERIMA KASIH

**SEMOGA BERMANFAAT**